



Institut für Nachrichtentechnik (IfN)
Technische Universität Braunschweig

Jahresbericht 2013

Institut für Nachrichtentechnik (IfN)
Technische Universität Braunschweig

Anschrift:	Pockelsstr. 14 38092 Braunschweig
Institutsgebäude:	Haus der Nachrichtentechnik Schleinitzstr. 22 38106 Braunschweig
Telefon:	(0531) 391-2480
Telefax:	(0531) 391-5192
Internet:	http://www.ifn.ing.tu-bs.de/

Redaktion:	P. Beyer A. Gudat V. Märgner
Fotos:	privat

Inhalt

	Seite
Personelle Besetzung des Instituts	5
Aus der Lehre	7
Exkursionen	10
Besondere Ereignisse	12
Kontakte zu Firmen und öffentlichen Institutionen	14
Kontakte zu Forschungseinrichtungen	19
Vorträge und Veröffentlichungen	23
Nachrichtentechnisches Kolloquium	41
Master- und Bachelorarbeiten	42
Dissertationen	45
Aus der Forschung	46
– Abteilung für Elektronische Medien	46
– Abteilung Signalverarbeitung	59
– Abteilung Mobilfunksysteme	74
Personelle Veränderungen	90
Jubiläen und persönliche Ereignisse	94
Braunschweiger Bürgerpreis 2012 für Stefan Ilsen	95
Auszeichnung durch die IEEE Standards Association für Martin Jacob und Prof. Kürner	96
IBM und Google Best Student Paper Award für Marc-André Jung	97
ITS-Niedersachsen-Studierenden-Preis 2013 für Andreas Möller	98
Walter-Kertz-Preis für Dr. Sebastian Priebe	99
Ein „Tower Overlay über LTE-A+“	100
SEMAFOUR weltweit	102
CellCar-Projekt in Qatar gestartet	104
Festveranstaltung anlässlich der Promotion vor 50 Jahren	105
Zukunftstag für Mädchen und Jungen	106
Assistentenexkursion vom 4.–8. März 2013	107
Behörden-Staffelmarathon	109
Institutsausflug 2013	111
Alumni-Nachrichten	113

Liebe Freundinnen und Freunde des IfN,

kennen Sie das von Frank Sinatra gesungene Lied „It was a very good year“? Dieser Titel könnte die Überschrift über dem IfN-Jahr 2013 sein. Zwar war die Zahl der Auszeichnungen mit der des Ausnahme-Jahres 2012 nicht vergleichbar, und „runde“ Geburtstage konnten wir auch nicht feiern, aber das mit dem 30. November 2013 zu Ende gehende Geschäftsjahr unseres Instituts war durch viele bedeutende Ereignisse geprägt.

Los ging es mit der Verleihung des „Braunschweiger Bürgerpreises 2012“ an unseren Mitarbeiter Stefan Ilse, M.Sc. Dieser Preis wird traditionell am Nikolaustag überreicht und zeichnet besondere Studienleistungen bei gleichzeitig bedeutendem bürgerlichem Engagement aus.

Am 20. März erhielten Prof. Kürner und unser Mitarbeiter Martin Jacob in Würdigung ihrer Beiträge zur Entwicklung des 60 GHz-WLAN-Standards IEEE 802.11 ad ein „Certificate of Appreciation“ der IEEE Standards Association.

Unser Mitarbeiter Marc-André Jung, M.Sc. und der studentische Mitautor Lucca Richter wurden im Rahmen der „2013 IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing“ (ICASSP) mit dem „IBM Research Spoken Language Processing Student Travel Grant“ für ihr Paper zur reproduzierbaren dynamischen Vermessung von Freisprechsystemen ausgezeichnet. Ein Novum: Für denselben Beitrag erhielt Herr Jung zu unserer Freude im Nachgang der Tagung auch den „Google ICASSP Travel Award“: Ein Paper, zwei Preise.

Den Studierendenpreis 2013 des ITS Niedersachsen e.V. (ITS: Intelligent Transport Systems) durfte kurz vor Ende des Berichtsjahres unser Mitarbeiter Andreas Möller, M.Sc. entgegennehmen.

Schließlich erhielt unser ehemaliger Mitarbeiter Dr. Sebastian Priebe am 15. November im Rahmen der Absolventenfeier der Fakultät Elektrotechnik, Informationstechnik, Physik den Walter-Kertz-Studienpreis für seine Dissertation.

Auch im besten Sinn als Auszeichnung zu verstehen ist die Wahl von Prof. Kürner zum Chairman der „IEEE 802.15 Study Group 100G“. Der Name verrät es: Die Zielsetzung dieser internationalen Gruppierung ist es, drahtlos die gewaltige Datenrate 100 Gbit/s übertragen zu können. Das vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderte Projekt TERAPAN, dessen Koordinator ebenfalls Prof. Kürner ist, verfolgt bereits das Ziel, einen Demonstrator einer 100-Gbit/s-Übertragung bei einer Übertragungsfrequenz von 300 GHz zu verwirklichen.

„What caught my Eye“ steht auf dem Schild, das über der Tür der IfN-Mitarbeiter prangt, die das Forschungsprojekt „Tower Overlay over LTE-A“

(LTE-A+: eine Weiterentwicklung des Mobilfunkstandards Long Term Evolution-Advanced) bearbeiten. Diese Auszeichnung wurde uns bei der „International Broadcasting Convention (IBC) 2013“ in Amsterdam zuteil, als eine Jury die interessantesten Exponate dieser riesigen Ausstellung suchte – und eines davon auf unserem Stand fand. Über die Live-Demonstration dieser neuesten Erfindung berichten wir in einem eigenen Beitrag.

Der erfolgreiche Abschluss eines Promotionsverfahrens kann von den Kandidaten und den sie betreuenden „Doktorvätern“ zweifellos auch als Auszeichnung gewertet werden. Fünf neue Doctores „produzierte“ das zu Ende gehende Jahr: Dr.-Ing. Tommaso Balercia, Dr.-Ing. Florian Pflug, Dr.-Ing. Sebastian Priebe, Dr.-Ing. Jörg Robert und Dr.-Ing. Huajun Yu.

In seiner Funktion als Vizepräsident für Strategische Entwicklung und Technologietransfer hat sich Prof. Reimers das Ziel gesetzt, in Zusammenarbeit mit den Fächern und den Zentralen Einrichtungen der Technischen Universität Braunschweig eine Gesamtstrategie des „Unternehmens“ zu entwickeln und die „Ziele und Werte“ der Universität als Äquivalent eines Leitbildes zu erarbeiten. In einem höchst spannenden, aber durchaus erfreulichen, Prozess wurden beispielsweise die zukünftigen Forschungsschwerpunkte der TU entwickelt: „Mobilität“, „Infektion und Wirkstoffe“ und „Stadt der Zukunft“. Zum Weihnachtsfest 2013 dürfte die initiale Phase des Prozesses erfolgreich abgeschlossen werden können.

2013 starteten vielfältige neue Forschungsprojekte. Besonders erwähnenswert ist CellCar. Ziel dieses vom Qatar National Research Fund geförderten Vorhabens ist es, ein Infrastruktur-Mobilfunknetz (LTE) und ein ad-hoc Netz auf der Basis von IEEE 802.11p für die Kommunikation zu Fahrzeugen und zwischen Fahrzeugen zu nutzen. Erfolgreich abschließen konnten wir eine Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie, in der wir die Spektrumsbedarfe des Mobilfunks, des Rundfunks und anderer Frequenznutzer im sogenannten UHF-Bereich (Ultra High Frequency: 470 MHz bis 790 MHz) untersuchten und Vorschläge für die zukünftige Belegung dieses wichtigen Frequenzbereiches entwickelten. Die Studie ist ein Gemeinschaftswerk der Abteilungen für Elektronische Medien und für Mobilfunksysteme des IfN. Darüber, und über die zahlreichen Kooperationen mit anderen Forschungsinstitutionen und Unternehmen, berichten wir ausführlich in dem umfangreichen Abschnitt „Aus der Forschung“. Unseren Partnern in aller Welt sowie den Forschungsinstituten und Unternehmen, mit denen wir kooperieren, möchte ich abschließend sehr herzlich für die gute Zusammenarbeit der vergangenen 12 Monate danken. Ihnen, den Leserinnen und Lesern dieses Berichtes, danke ich für das Interesse an unserem IfN.

Im Namen des Institutsvorstands

U. Reimers

Personelle Besetzung des Instituts (Stand 30.11.2013)

Vorstand	Prof. Dr.-Ing. Ulrich Reimers (Geschäftsführender Leiter) Prof. Dr.-Ing. Thomas Kürner Prof. Dr.-Ing. Tim Fingscheidt
Entpflichtete Prof.	Prof. Dr.-Ing. Rudolf Elsner Prof. Dr.-Ing. Erwin Paulus Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. Helmut Schönfelder
Honorarprofessoren	Prof. Dr.-Ing. Alfred Schmitz Prof. Dr.-Ing. Rainer Heiß
Akademischer Direktor	Dr.-Ing. Volker Märgner
Wissenschaftliche Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter	
Landesmittel	Johannes Abel, M.Sc. Dipl.-Ing. Martin Jacob Dipl.-Ing. Thomas Jansen, M.Sc. Marc-André Jung, M.Sc. Dipl.-Ing. Frieder Juretzek Dipl.-Ing. Peter Neumann Dipl.-Ing. Piotr Palka (Oberingenieur) Dipl.-Ing. Dennis Rose Dipl.-Ing. Peter Schlegel
Drittmittel	Dipl.-Ing. Patrick Bauer Dipl.-Ing. Johannes Baumgarten Dipl.-Ing. Daniel Fecker Dipl.-Ing. Balázs Fodor Dipl.-Wirtsch.-Ing. Alexander Fricke Sören Hahn, M.Sc. Sai Han, M.Sc. Hendrik Hoffmann, M.Sc. Stefan Ilse, M.Sc. Dipl.-Ing. Antonio Kolossa Dipl.-Ing. Marcos Liso Nicolás Patrick Meyer, M.Sc. Andreas Möller, M.Sc.

Dipl.-Ing. (FH) Jörg Nuckelt, M.Sc.
 Dipl.-Inform. Werner Pantke
 Bile Peng, M.Sc.
 Junge Qi, M.Sc.
 Dipl.-Ing. Simon Receveur
 Dipl.-Ing. Sebastian Rey
 Daniel Rother, M.Sc.
 Dr. Fouad Slimane
 Dipl.-Ing. Mariem Slimani
 Peter Transfeld, M.Sc.
 Dipl.-Ing. Simon Walz
 Dipl.-Ing. Jan Zöllner

Gastwissenschaftler	<p>Dipl.-Ing. Thomas Werthmann (03. bis 07.12.2012) Universität Stuttgart, Stuttgart</p> <p>Josep Colom Ikuno, M.Sc. (03. bis 07.12.2012) Technische Universität Wien, Wien, Österreich</p> <p>Prof. Dr.-Ing. Hamid Amiri (14.03. bis 25.03.2013) ENIT, Tunis, Tunesien</p> <p>PhD-Student Taimoor Abbas (15.03. bis 26.04.2013) Lund University, Lund, Schweden</p> <p>Vasilii Semkin, M.Sc. (30.09. bis 29.10.2013) Aalto University, School of Electrical Engineering, Espoo, Finnland</p> <p>PhD-Student Anis Mezghani (01.10. bis 30.10.2013) University of Sfax, Sfax, Tunesien</p>
Technischer Angestellter	Andreas Gudat
Sekretariat	Nina Wahnschaffe
Bibliothek	Rudolf Görke
Elektrotechnische Assistentinnen	Petra Beyer Boguslaw Brandt Eike-Asslo Erichsen-Rua Simone Sengpiel
Feinmechanische Werkstatt	Uwe Hellrung (Feinmechaniker-Meister, Werkstattleiter) Klaus Moullion (Feinmechaniker) Lukas Müller (Feinmechaniker) Thomas Esser (in Ausbildung)

Aus der Lehre

Hier soll ein kurzer Überblick über die am Institut laufenden Lehrveranstaltungen gegeben werden. Ausführlichere Informationen sind auf unserer Homepage im Internet unter <http://www.ifn.ing.tu-bs.de/> zu finden.

Vorlesungen (SS 2013, WS 2013/14):

Prof. Dr.-Ing. Ulrich Reimers

Grundlagen der Informationstechnik	(WS)	2V
Signalübertragung	(SS)	4V, 2Ü
Rechnerübung zur Signalübertragung	(SS)	2Ü
Bildkommunikation I	(WS)	2V
Bildkommunikation II	(SS)	2V
Aktuelle Systeme für die Elektronischen Medien	(WS)	2V

Prof. Dr.-Ing. Thomas Kürner

Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik	(WS)	2V, 2Ü
Codierungstheorie	(SS)	2V, 1Ü
Rechnerübung zur Codierungstheorie	(SS)	1Ü
Grundlagen des Mobilfunks	(WS)	2,5V, 1,5Ü
Planung terrestrischer Funknetze	(SS)	2V
Rechnerübung zur Planung terrestrischer Funknetze	(SS)	2Ü
Modellierung und Simulation von Mobilfunksystemen	(SS)	2V
Rechnerübung zur Modellierung und Simulation von Mobilfunksystemen	(SS)	2Ü
Advanced Topics in Mobile Radio Systems	(WS)	2V, 1Ü

Prof. Dr.-Ing. Tim Fingscheidt

Digitale Signalverarbeitung	(SS/WS)	2V, 1Ü
Rechnerübung zur digitalen Signalverarbeitung	(SS/WS)	2Ü
Sprachkommunikation	(WS)	2V
Rechnerübung Sprachkommunikation	(WS)	2Ü
Einführung in die Elektrotechnik für Medienwissenschaftler	(SS)	2V, 1Ü
Elektrotechnische Grundlagen der Technischen Informatik	(SS)	2V, 1Ü

Sprachdialogsysteme (Spoken Language Processing)	(SS)	2V, 1S
--	------	--------

Dr.-Ing. Volker Märgner

Grundlagen der Bildverarbeitung	(WS)	2V, 1Ü
Rechnerübung zur digitalen Bildverarbeitung	(WS)	2Ü
Grundlagen der Mustererkennung	(SS/WS)	2V, 1Ü
Rechnerübung zur Mustererkennung	(SS/WS)	1Ü
Aktuelle Themen der Bildverarbeitung	(SS)	2V, 1Ü

Lehraufträge an der TU Braunschweig:

Prof. Dr.-Ing. Rainer Heiß

Steuerung von Forschungs- und Entwicklungsprozessen	(WS)	2V
---	------	----

Dr.-Ing. Thomas Kleine-Ostmann

Hochfrequenz- und Mobilfunkmesstechnik	(WS)	2V, 2Ü
--	------	--------

Prof. Dr.-Ing. Alfred Schmitz

Elektroakustik	(WS)	2V
----------------	------	----

Zur Betreuung der Vorlesungen und der zugehörigen Prüfungen bzw. für die Vorlesungsversuche standen folgende Wissenschaftliche Mitarbeiter zur Verfügung:

Grundlagen der Informationstechnik	Juretzek
Signalübertragung	Ilsen, Rother
Bildkommunikation I	Zöllner
Bildkommunikation II	Qi
Aktuelle Systeme für die Elektronischen Medien	Palka
Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik	Rey
Codierungstheorie	Baumgarten
Grundlagen des Mobilfunks	Möller
Planung terrestrischer Funknetze	Nuckelt
Modellierung und Simulation von Mobilfunksystemen	Hahn
Advanced Topics in Mobile Radio Systems	Peng
Digitale Signalverarbeitung	Jung, Kolossa
Sprachkommunikation	Receveur
Einführung in die Elektrotechnik für Medienwissenschaftler	Bauer

Elektrotechnische Grundlagen der Technischen Informatik	Bauer
Sprachdialogsysteme (Spoken Language Processing)	Receveur
Grundlagen der Bildverarbeitung	Fecker
Grundlagen der Mustererkennung	Pantke
Aktuelle Themen der Bildverarbeitung	Fecker
Steuerung von Forschungs- und Entwicklungsprozessen	Ilse
Hochfrequenz- und Mobilfunkmesstechnik	Fricke
Elektroakustik	Walz

Die Übungen und Seminare sowie das Labor wurden von folgenden Wissenschaftlichen Mitarbeitern durchgeführt:

Signalübertragung	Ilse, Rother
Rechnerübung zur Signalübertragung	Ilse, Rother
Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik	Rey
Codierungstheorie	Baumgarten
Grundlagen des Mobilfunks	Möller
Rechnerübung zur Planung terrestrischer Funknetze	Nuckelt
Rechnerübung zur Modellierung und Simulation von Mobilfunksystemen	Hahn
Advanced Topics in Mobile Radio Systems	Peng
Digitale Signalverarbeitung	Jung, Kolossa
Rechnerübung zur digitalen Signalverarbeitung	Jung, Kolossa
Rechnerübung Sprachkommunikation	Receveur
Einführung in die Elektrotechnik für Medienwissenschaftler	Bauer
Elektrotechnische Grundlagen der Technischen Informatik	Bauer
Sprachdialogsysteme (Spoken Language Processing)	Receveur
Grundlagen der Bildverarbeitung	Fecker
Rechnerübung zur digitalen Bildverarbeitung	Fecker
Grundlagen der Mustererkennung	Pantke
Rechnerübung zur Mustererkennung	Pantke
Aktuelle Themen der Bildverarbeitung	Fecker
Hochfrequenz- und Mobilfunkmesstechnik	Fricke

Studienseminar Nachrichtentechnik:

Prof. Fingscheidt, Prof. Kürner und Prof. Reimers unter Mitwirkung von Herrn Fodor

Nachrichtentechnische Praktika:

Praktikum für Nachrichtentechnik	(WS) 4Ü
Softwareentwicklungspraktikum (SEP) (Dennis Rose)	(SS) 4Ü

Nachrichtentechnisches Kolloquium:

Prof. Fingscheidt, Prof. Kürner, Prof. Reimers

Ringvorlesung Elektrotechnik und Informationstechnik:

Die Hochschullehrer der Fakultät für Elektrotechnik, Informationstechnik, Physik	(SS) 2V
---	---------

Exkursionen

Elektroakustik-Exkursion	30.1.2013
---------------------------------	-----------

Die „Elektroakustik-Exkursion“, organisiert von Prof. Schmitz und Herrn Hasse, führte wie in den letzten Jahren wieder zur Firma Sennheiser in Hannover und zur Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (PTB) in Braunschweig. Daran nahmen 14 Studierende teil. Bei der Firma Sennheiser wurden nach einer kurzen Präsentation des Unternehmens die Produktionsanlagen gezeigt. Insbesondere die automatisierten, aber auch die manuell betriebenen Produktionsanlagen begeisterten die Teilnehmerinnen und Teilnehmer sehr. Bei der PTB, der zweiten Station der Exkursion, stellte Prof. Schmitz den „Fachbereich für Angewandte Akustik“ vor. Sowohl die Führungen durch die verschiedenen Prüfräume als auch verschiedene Experimente gaben einen guten Einblick in das Themengebiet der (Elektro-)Akustik.

Simon Walz

Berlin-Exkursion 2013

Am 23. Mai 2013 fand die diesjährige studentische Exkursion statt. Das Ziel in diesem Jahr war Berlin. So reisten wir, 14 Studierende sowie Prof. Reimers und Daniel Rother als Betreuer, frühmorgens mit dem Zug in die Hauptstadt. Die Studierenden entstammten dabei den unterschiedlichsten Studiengängen: Neben den Fächern Elektrotechnik und Informations-Systemtechnik waren auch die Studiengänge Medientechnik und Kommunikation, Medienwissenschaften, Mobilität und Verkehr sowie Maschinenbau vertreten. Ziel der Exkursion ist es jedes Jahr, den Studierenden einen praktischen Einblick in mögliche Arbeitsfelder aus dem Bereich Nachrichtentechnik/Medientechnik zu geben. Dazu stand ein Besuch im Fraunhofer Heinrich-Hertz-Institut (HHI) auf dem Programm.

Dort angekommen, präsentierte uns Herr Dr. Schäfer nach einer herzlichen Begrüßung zunächst einen Übersichtsvortrag über die mannigfaltigen Arbeiten des HHI im Allgemeinen und die der Arbeitsgruppe Image Processing im Speziellen. Anschließend ging es auch schon an den praktischen Teil der Exkursion, in dem uns zahlreiche Labore und Demonstratoren des HHI gezeigt wurden.



**Das Exkursionsteam auf dem Dach des
Fraunhofer Heinrich-Hertz-Instituts**

Gestartet wurde dabei gleich mit einem Highlight, dem TiME Lab. In diesem projizieren fünf HD-Beamer ein 180°-Bild der Auflösung 7k auf eine 12 m × 3 m große Leinwand. In Kombination mit der auf der Audioseite eingesetzten Wellenfeld-Synthese gewann man dadurch bei einem gezeigten Fußballspiel das Gefühl, wirklich im Stadion zu sitzen. Sehr beeindruckend!

Anschließend stand zunächst ein Besuch des Wireless Network Labs auf dem Programm, in dem z.B. gezeigt wurde, wie sich durch die dynamische Spektrumsallokation über Netzanbietergrenzen hinweg Kapazitätsengpässe vermeiden lassen.

Nach dem Transfer zum 3D Innovation Center (3DIC) und einem kleinen Mittagsimbiss ging es frisch gestärkt ins Nachmittagsprogramm. Im 3DIC wurden uns viele verschiedene Teilaspekte von 3D-Produktionen anschaulich vorgestellt. Zu nennen sind beispielsweise Produktion und Distribution von 3D-Inhalten, 3D-Displays oder auch 3D-(Trans-)Codierung. Zusätzlich wurden uns dort auch die neusten Entwicklungen in der 2D-Videocodierung, d. h. High Efficiency Video Coding (HEVC/H.265), sowie die zur Produktion der am Vormittag gesehenen TiME-Lab-Videos eingesetzten OMNICAM-Kameras gezeigt.

Nach einer gebührenden Verabschiedung vom HHI blieb am Abend noch genügend Zeit für eine kurze Stadtbesichtigung: An Kanzleramt und Reichstag vorbei führte der Weg zum Brandenburger Tor und wieder zurück. Kurz noch die Sommersonne an der Spree genossen, und schon ging es mit dem Zug wieder zurück nach Braunschweig.

Den Studierenden hat die Exkursion sehr gut gefallen und sie zeigten sich äußerst zufrieden mit den während der Exkursion gemachten Erfahrungen und Erlebnissen. Ein besonderes Dankeschön gilt dem HHI für das umfangreiche und abwechslungsreiche Programm und die herzliche Betreuung.

Daniel Rother

Besondere Ereignisse

- Im Rahmen der traditionell am Nikolaustag, dem 6. Dezember im Landesmuseum Braunschweig stattfindenden Verleihung des Braunschweiger Bürgerpreises für herausragende studentische Leistungen erhielt Stefan Ilse, M.Sc. eine der fünf im Jahr 2012 verliehenen Auszeichnungen.
- Am 20. März 2013 erhielten Prof. Kürner und Dipl.-Ing. Martin Jacob im Rahmen des IEEE 802 Plenary Meetings in Orlando/USA ein „Certificate of Appreciation“.

ciation for outstanding contribution to the development of IEEE Standard 802.11ad – 2012“.

- IfN-Mitarbeiter Marc-André Jung, M.Sc. und sein studentischer Mitautor Luca Richter wurden im Rahmen der „2013 IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing“ (ICASSP) mit einem Best Student Paper Award der Firma IBM ausgezeichnet. Für denselben Beitrag erhielt Herr Jung im Nachgang der Tagung auch einen Best Student Paper Award der Firma Google: mehr dazu auf Seite 97.

- Am 29. Mai 2013 wurde Dipl.-Ing. Dennis M. Rose zum Chairman der Topical Working Group „Urban Environments Networks“ in der COST Action IC1004 „Cooperative Radio Communications for Green Smart Environments“ gewählt und trat damit die Nachfolge von Dipl.-Ing. Thomas Jansen, M.Sc. an, der die Gruppe seit Oktober 2011 leitete.

- Prof. Kürner war Co-Organisator des „3rd International Workshop on Self-Organizing Networks (IWSON)“, der am 2. Juni 2013 in Dresden stattfand.

- Am 18. Juli 2013 wurde Prof. Kürner in Genf auf dem IEEE 802 Plenary Meeting zum Chairman der neugegründeten IEEE 802.15 Study Group 100G („100 Gbit/s over beam-switchable wireless point-to-point 40/100 Gbps links“) gewählt.

- Am 17. und 18. Oktober 2013 fand die inzwischen dritte Klausurtagung der Abteilung Mobilfunksysteme in der Jugendherberge Mardorf am Steinhuder Meer statt. Gegenstand der alle zwei Jahre stattfindenden Veranstaltung ist die Identifikation von Synergien in den Forschungsprojekten sowie die Optimierung der Abläufe im Tagesgeschäft der Abteilung. In diesem Jahr lag der Schwerpunkt auf den Themen Wartung und Weiterentwicklung der Simulationsplattform Si-MoNe bzw. der Ausbreitungssoftware.

- Am 14. November 2013 erhielt Andreas Möller, M.Sc. den ITS-Niedersachsen-Studierenden-Preis 2013 für seine Masterarbeit auf dem Gebiet der Fahrzeug-X-Kommunikation.

- Dr. Sebastian Priebe wurde am 15. November 2013 für seine Dissertation mit dem Walter-Kertz-Preis ausgezeichnet.

Kontakte zu Firmen und öffentlichen Institutionen

artec technologies, Diepholz

ZIM-Projekt Audioradar
(Herr Hoffmann)

Atesio GmbH, Berlin

COST IC1004
EU-Projekt SME-GreenNets
EU-Projekt ICT-SEMAFOUR
(Herren Dr. Eisenblätter, Götz, Dr. Türke)

Auerswald GmbH, Cremlingen

ZIM-Projekt Voice Mail by Voice
(Herren Auerswald, Burgdorf, Gabriel, Melato, Tewes)

BENCO Baltic Engineering Company UAB, Vilnius, Litauen

EU-Projekt SME-GreenNets
(Herr Montvila)

Bundesanstalt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit, Braunschweig

Versorgungsmessungen
(Herr Hülbusch)

Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, Berlin und Bonn

Studie zur Frequenznutzung
(Herren Gundlach, Wegner)

Canon Research Center France, Rennes, Frankreich

THz-Ausbreitungsmodellierung
(Herren Achir, Boucachard, Frouin, Le Bars, Rousseau, Sevin-Renault)

Cologne Broadcasting Center, Köln

Kooperationsvertrag Digitale Übertragungstechnik
(Herren Combüchen, Harscheidt, Indek, Prahl)

COMMSCOPE (Andrew GmbH), München

Projekt 3D-Antennennahfeldmodellierung
(Herr Klimstein)

DATAx Sp. z.o.o., Wrocław, Polen

EU-Projekt SME-GreenNets
(Herren Dr. Czopnik, Krajna, Pisz, Stefanski)

Deutsche Funkturm GmbH, Münster

Projekt 3D-Antennennahfeldmodellierung
(Herr Marold)

Deutsche Telekom AG, Bonn

Projekt LTE 450
(Herren Fischer, Laudan, Dr. Marger, Reuter)

Deutsche Telekom Laboratories, Berlin

DFG-Erkenntnistransferprojekt Sprachbandbreitenerweiterung
(Herr Köster, Prof. Möller)

Deutsche Telekom Technik GmbH, Darmstadt

Projekt 3D-Antennennahfeldmodellierung
(Dr. Unger)

E-Plus Mobilfunk GmbH & Co. KG, Hannover und Düsseldorf

Standortdaten für Messungen
Projekt 3D-Antennennahfeldmodellierung
(Herren Auras, von Behren, Heideck, Heine, Dr. Menzel)

Ericsson AB, Linköping, Schweden

EU-Projekt ICT-SEMAFOUR
(Herren Dr. Amirjoo, Bergström, Gunnarsson, Ramachandra, Wang, Frau Zetterberg)

European Broadcasting Union (EBU), Genf, Schweiz

Projektbüro des DVB-Projektes
(Frau Gianetti, Herr Kolff, Frau Markvoort, Dr. Siebert)

European Media Laboratory GmbH, Heidelberg

DFG-Erkenntnistransferprojekt Sprachbandbreitenerweiterung
(Dr. Fischer, Dr. Kunzmann)

Harris Broadcast, Mason, USA

Forschungsprojekt Tower Overlay
(Herren Redmond, Stockmann)

Hytera Mobilfunk GmbH, Bad Münde

Netzplanung für PMR-Dienste über die LTE-Luftschnittstelle
(Frau Ayadi-Miessen, Herr von Häfen)

IAV GmbH, Gifhorn

Forschungsvorhaben Sprachverarbeitung
(Herren Bork, Papendieck)

innovationslabor GmbH, Berlin

ZIM-Projekte Sprachverarbeitung
(Dr. Berger, Herr Etscheid, Herr Grosser, Herr Schmidt)

Intel Corporation, Karlsruhe

Forschungsvorhaben Sprachverarbeitung
(Herren Dr. Dörbecker, Zeller)

ITU-T (International Telecommunications Union), Genf, Schweiz

Internationale Standardisierung für Sprachkommunikation im Kfz (SG12)
(Dr. Gierlich)

iTUBS (Innovationsgesellschaft Technische Universität Braunschweig mbH)

Forschungsvorhaben Sprachverarbeitung, Medientechnik und Medienpolitik,
Vorsitz des Aufsichtsrates
(Herr Nelius, Frau Stegner)

Kabel Deutschland Vertrieb und Service GmbH, Unterföhring

Projekt DVB-C2-Verifizierung
(Herr Schaaf)

Kathrein-Werke KG, Rosenheim

Projekt 3D-Antennennahfeldmodellierung
(Herr Rumold)

Meissner Unternehmensberatung, Niederhelfenschwil, Schweiz

Projekt TERAPAN
(Dr. Meissner)

Niedersächsische Landesmedienanstalt, Hannover

Round Table DVB-T2 in Norddeutschland
(Herren Fischer, Pagel)

Niedersächsischer Landesrechnungshof, Hildesheim

Breitband-Projekte
(Herr Bardelle, Frau Rex)

Niedersächsische Staatskanzlei, Hannover

Round Table DVB-T2 in Norddeutschland
(Herren Kurzella, Rohrbach)

Nokia Siemens Networks, München und Aalborg, Dänemark

EU-Projekt ICT-SEMAFOUR
(Herr Kovacs, Frau Laselva, Herr Lobinger, Frau Sartori, Herr Schmelz, Dr. Willcock)

Norddeutscher Rundfunk (NDR), Hamburg

Round Table DVB-T2 in Norddeutschland
(Dr. Eulig, Dr. Ladebusch, Herr Pfeiffer, Dr. Rombach)

Nuance Communications Aachen GmbH, Ulm

Forschungsvorhaben Sprachverarbeitung
(Dr. Haulick, Herr Matheja)

NXP Software, Leuven, Belgien

Forschungsprojekt Sprachverarbeitung
(Dr. Guillaumé, Dr. Tirry)

Orange Labs France Telecom, Paris

ICT-SEMAFOUR
(Dr. Altmann, Frau Ben Jemaa, Frau Sayrac)

Pan Acoustics GmbH, Wolfenbüttel

ZIM-Projekt Sprachverarbeitung
(Herr Borgmann)

ProSiebenSat.1 Media AG, München

Round Table DVB-T2 in Norddeutschland
(Herr Steffens)

Robert Bosch GmbH, Braunschweig, Hildesheim und Stuttgart

Promotionsvorhaben C2X-Vernetzung über LTE
(Herren Mazzola, Dr. Pöchmüller, Dr. Schumacher)

Siemens Audiologische Technik GmbH, Erlangen

Forschungsvorhaben Sprachverarbeitung

(Dr. Lugger, Prof. Puder)

Sikom Software GmbH, Heidelberg

Forschungsvorhaben Sprachverarbeitung

(Herren Egeler, Hoffmeister)

Société Européenne des Satellites (SES Global), Luxemburg

Rahmenvertrag Satellitenübertragung

(Herr Schulz)

Sony Deutschland GmbH, Stuttgart Technology Center, Stuttgart

Forschungs- und Entwicklungsvertrag ATSC 3.0

(Dr. Loghin, Dr. Schill, Herr Schneider, Herr Stadelmeier)

**Sony Semiconductor & Electronic Solutions, Basingstoke,
Großbritannien**

Forschungs- und Entwicklungsvertrag ATSC 3.0

(Herr Atungsiri)

Telefónica O₂ Germany GmbH & Co. OHG, München

Projekt 3D-Antennennahfeldmodellierung

(Herr Schönborn)

Telefónica, Madrid, Spanien

EU-Projekt ICT-SEMAFOUR

(Frau Gonzalez, Frau Sierra)

VW AG, Entwicklung, Wolfsburg

CarS 2.0

ITU-T Standardisierung CARCOM

(Herren Hermann, Lieb, Pollex, Ryll, Schultz, Frau Zinchenko)

VW AG, Konzernforschung, Wolfsburg

Promotionsvorhaben Adaptives Medienwahlsystem im Fahrzeug

(Frau Blabl, Herr Fliegner, Herr Kwoczek)

Zweites Deutsches Fernsehen (ZDF), Mainz

Round Table DVB-T2 in Norddeutschland

(Herren Martin, Matzel)

Kontakte zu Forschungseinrichtungen

Aalto University, School of Electrical Engineering, Finnland

Kooperation 60-GHz-Kommunikation
(Herr Semkin)

Ben Gurion University of the Negev (BGU), Beer-Sheva, Israel

Ausbreitungsmodellierung
DFG-Projekt HADARA
(Prof. Blaunstein, Prof. El-Sana)

Birzeit University, Birzeit, West Bank, Palästina

Forschungsvorhaben Historische Handschriften

Carl von Ossietzky Universität, Oldenburg

Forschungsvorhaben Sprachverarbeitung
(Prof. Gerkmann)

Ecole Nationale d'Ingénieurs de Sfax (ENIS), Sfax, Tunesien

DAAD-Studierendenaustausch
Handschrifterkennung
(Prof. Alimi, Dr. Kanoun)

Ecole Nationale d'Ingénieurs de Tunis (ENIT), Tunis, Tunesien

DAAD-Projekt Hochschuldialog, DAAD-Studierendenaustausch
Handschrifterkennung, Sprachverarbeitung
(Prof. Amiri, Prof. Ellouze, Frau Dr. Snoussi Maddouri)

Fraunhofer-Institut für Angewandte Festkörperphysik (IAF), Freiburg

Projekt TERAPAN
(Herren Prof. Ambacher, Bruch, Dr. Leuther, Dr. Tessmann)

Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen (IIS), Erlangen

Forschungsprojekt Sprachverarbeitung
(Herr Lutzky, Dr. Nagel)

Fraunhofer-Institut für Nachrichtentechnik, Heinrich-Hertz-Institut (HHI), Berlin

Kooperation Car-to-Car-Kommunikation

Kooperation 60 GHz/THz-Kommunikation

EU-Projekt SME-GreenNets

(Herren Dr. Cavalcante, Dr. Keusgen, Dr. Kortke, Paschalidis, Dr. Penna, Peter, Pollakis, Dr. Stanczak)

Herzog August Bibliothek, Wolfenbüttel

Forschungsprojekt Schreibererkennung

(Dr. Heitzmann, Dr. Lesser, Herr Schaßan, Dr. Stäcker)

iMinds, Antwerpen und Gent, Belgien

EU-Projekt ICT-SEMAFOUR

(Prof. Blondia, Frau Prof. Moerman, Herr Naudts, Herr Sas, Frau Dr. Spaey)

IWF Wissen und Medien gGmbH, Göttingen

Mitwirkung im Aufsichtsrat

(Herr Scherer)

Johann Heinrich von Thünen-Institut, Braunschweig

Forschungsvorhaben Tierstimmendetektion

(Prof. Jahns)

Leibniz Universität Hannover, Institut für Erdmessung

Projekt BERTA

(Prof. Schön, Herr Smyrniaios)

Leibniz Universität Hannover, Geodätisches Institut Hannover

Projekt BERTA

(Herren Bureick, Zaddach)

Lund University, Department of Electrical and Information Technology, Lund, Schweden

COST IC1004

(Herr Abbas, Dr. Tufvesson)

Medizinische Hochschule Hannover (MHH), Neurologie

Forschungsvorhaben Signalverarbeitung / EEG

(Prof. Kopp)

Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB), Braunschweig

Forschungsvorhaben Akustik

Forschungsvorhaben THz-Übertragung

(Herr Jastrow, Dr. Kleine-Ostmann, Dr. Koch, Dr. Salhi, Prof. Scholl,
Dr. Schrader, Dr. Wittstock)

Qatar Mobility Innovations Center (QMIC), Doha, Qatar

Projekt CellCar

(Herren Dr. Filali, Dr. Hameed, Dr. Menouar)

**Technische Universität Braunschweig, Institut für
Hochfrequenztechnik (IHF)**

60-GHz-Messungen

(Prof. Schöbel)

Technische Universität Graz, Österreich

Forschungsvorhaben Sprachverarbeitung

(Dr. Mowlace)

Technische Universität Wien, Institute of Telecommunications

Kooperation Simulationsszenarien

(Herren Ikuno, Prof. Rupp, Schwarz)

TNO – Information and Communication Technology, Delft, Niederlande

EU-Projekt ICT-SEMAFOUR

Zusammenarbeit auf dem Gebiet DVB-C2/Kabelnetze

(Herr Boschma, Prof. Fledderus, Dr. Jorguseski, Dr. Litjens, Dr. de Nijs, Frau
Oubuter, Herr Trichias, Prof. van den Berg)

Triangle R&D Center, Kofor Kara, Israel

DFG-Projekt HADARA

(Dr. Saabni, Dr. Yehia)

tubs.CITY der TU Braunschweig

Mitgliedschaften im Center for Informatics and Information TechnologY

(Prof. Ernst, Prof. Fekete, Frau Jankowski, Prof. Magnor, Frau Prof. Robra-
Bissantz, Prof. Wolf u. v. a.)

**Universität Stuttgart, Institut für Kommunikationsnetze und
Rechnersysteme**

Kooperation Simulationsszenarien

COST IC1004

(Herren Dr. Müller, Werthmann)

Universität Stuttgart, Institut für Robuste Leistungshalbleitersysteme

Projekt TERAPAN

(Herren Antes, Prof. Kallfass, Meyer)

Universiteit Utrecht, Nederlande

Forschungsvorhaben Signalverarbeitung / EEG

(Prof. Hoijsink)

University of Wroclaw, Polen

EU-Projekt SME-GreenNets

(Herren Dr. Bienkowski, Flendrich, Dr. Nowak)

Vorträge und Veröffentlichungen

- [BAU/FIN1] Bauer, P.; Jones, J.; Fingscheidt, T.:
Impact of Hearing Impairment on Fricative Intelligibility for Artificially Bandwidth-Extended Telephone Speech in Noise. In Proc. 38th International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing (ICASSP'13), S. 7039–7043, Vancouver, Kanada, Mai 2013.
- [BAU/FIN3] Möller, S.; Kelaidi, E.; Köster, F.; Côté, N.; Bauer, P.; Fingscheidt, T.; Schlien, T.; Pulakka, H.; Alku, P.:
Speech Quality Prediction for Artificial Bandwidth Extension Algorithms. In Proc. 14th Annual Conference of the International Speech Communication Association (INTERSPEECH'13), elektronisch (5 Seiten), Lyon, Frankreich, August 2013.
- [CHE/KÜR1] Chee, K. L.; Torrico, S. A.; Kürner, T.:
Radiowave Propagation Prediction in Vegetated Residential Environments. IEEE Transactions on Vehicular Technology, Vol. 62, No. 2, S. 486–499, 2013.
- [FEC/MAE/FIN1] Fecker, D.; Märgner, V.; Fingscheidt, T.:
Density-induced Oversampling for Highly Imbalanced Datasets. In Proc. Electronic Imaging Conference, elektronisch (11 Seiten), Burlingame, USA, Februar 2013.
- [FIN1] Matheja, T.; Buck, M.; Fingscheidt, T.:
Speaker Activity Detection for Distributed Microphone Systems in Cars. In Proc. 6th Biennial Workshop on DSP for In-Vehicle Systems, S. 74–81, Seoul, Südkorea, September 2013.
- [FIN2] Fingscheidt, T.:
HD Voice – Recent Approaches in Real and Artificial Wideband Speech Transmission. NT-Kolloquium Karlsruhe, Karlsruhe, 6. Juni 2013.
- [FIN3] Fingscheidt, T.:
HD Voice – Recent Approaches in Real and Artificial Wideband Speech Transmission. Telekommunikationsforum TU Wien, Wien, Österreich, 28. Juni 2013.

- [FIN4] Fingscheidt, T.:
Quality and Intelligibility in (Artificial) HD Voice. 43. Jahrestagung der Gesellschaft für Informatik 2013, Koblenz, 20. September 2013.
- [FIN/BAU1] Fingscheidt, T.; Bauer, P.:
A Phonetic Reference Paradigm for Instrumental Speech Quality Assessment of Artificial Speech Bandwidth Extension. In Proc. 4th International Workshop on Perceptual Quality of Systems (PQS'13), S. 36–39, Wien, Österreich, September 2013.
- [FRI/REY/KÜR1] Fricke, A.; Rey, S.; Achir, M.; Le Bars, P.; Kleine-Ostmann, T.; Kürner, T.:
Reflection and Transmission Properties of Plastic Materials at THz Frequencies. In Proc. 38th International Conference on Infrared, Millimeter and Terahertz Waves (IRMMW-THz), elektronisch (2 Seiten), Mainz, September 2013.
- [GUA/KÜR1] Guan, K.; Zhong, Z.; Ai, B.; Kürner, T.:
Measurements and Modeling of Crossing Bridges on High-Speed Railway at 930 MHz. IEEE Transactions on Vehicular Technology, elektronisch (15 Seiten), 2013.
- [GUA/KÜR2] Guan, K.; Zhong, Z.; Ai, B.; Kürner, T.:
Semi-Deterministic Propagation Modeling for High-Speed Railway. IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters, Vol. 12, S. 789–792, 2013.
- [GUA/KÜR6] Guan, K.; Zhong, Z.; Ai, B.; Kürner, T.:
Deterministic Propagation Modeling for the Realistic High-Speed Railway Environment. In Proc. 7th IEEE 77th Vehicular Technology Conference (VTC2013-Spring), elektronisch (5 Seiten), Dresden, Mai 2013.
- [GUA/LIS/KÜR1] Guan, K.; Zhong, Z.; Liso Nicolás, M.; Geise, R.; Neubauer, B.; Zimmer, G.; Kürner, T.:
Measurement and Simulation of the Bistatic Radar Cross Section of Traffic Signs for Vehicle-to-X Communications. In Proc. 7th European Conference on Antennas and Propagation (EuCAP), S. 2565–2569, Göteborg, Schweden, April 2013.

- [HAH1] Hahn, S.; Schmelz, C.:
SON Management Through High-level Objectives. Future Internet Assembly (FIA) 2013, Dublin, Irland, 8. Mai 2013.
- [HAH2] Hahn, S.; Schmelz, C.:
SON Management Through High-level Objectives. 3rd International Workshop on Self-Organizing Networks (IWSO 2013), Dresden, 2. Juni 2013.
- [HAH3] Hahn, S.; Schmelz, C.:
SON Management Through High-level Objectives. Future Network & Mobile Summit 2013, Lissabon, Portugal, 3. Juli 2013.
- [HAN/PFL/FIN1] Han, S.; Pflug, F.; Fingscheidt, T.:
Improved AMR Wideband Error Concealment for Mobile Communications. In Proc. European Signal Processing Conference (EUSIPCO) 2013, elektronisch (5 Seiten), Marrakesch, Marokko, September 2013.
- [ILS/PAL1] Ilse, S.; Palka, P.:
Spectrum Sensing für DVB-T2. In Proc. 15. ITG-Fachtagung für Elektronische Medien, elektronisch (6 Seiten), Dortmund, Februar 2013.
- [JAC/PRI/KÜR1] Jacob, M.; Priebe, S.; Peter, M.; Wisotzki, M.; Keusgen, W.; Felbecker, R.; Kürner, T.:
Extension and Validation of the IEEE 802.11 ad 60 GHz Human Blockage Model. In Proc. 7th European Conference on Antennas and Propagation (EuCAP), S. 2806–2810, Göteborg, Schweden, April 2013.
- [JAC/PRI/KÜR2] Jacob, M.; Priebe, S.; Peter, M.; Wisotzki, M.; Keusgen, W.; Felbecker, R.; Kürner, T.:
Fundamental Analyses of 60 GHz Human Blockage. In Proc. 7th European Conference on Antennas and Propagation (EuCAP), S. 117–121, Göteborg, Schweden, April 2013.
- [JAC/PRI/KÜR3] Jacob, M.; Priebe, S.; Kürner, T.:
Diversity Techniques to Overcome Human Blockage in 60 GHz WLANs. U.R.S.I. Commission F Triennial Open Symposium on Radio Wave Propagation and Remote Sensing, Ottawa, Kanada, 3. Mai 2013.

- [JUN/FIN1] Jung, M.-A.; Fingscheidt, T.:
A Wideband Automotive Hands-Free System for Mobile HD Voice Services. Smart Mobile In-Vehicle Systems: Next Generation Advancements, Kapitel 6, Springer, 18 Seiten.
- [JUN/FIN2] Jung, M.-A.; Richter, L.; Fingscheidt, T.:
Towards Reproducible Evaluation of Automotive Hands-Free Systems in Dynamic Conditions. In Proc. 38th International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing (ICASSP'13), elektronisch (5 Seiten), Vancouver, Kanada, Mai 2013.
- [JUR3] Juretzek, F.:
A Tower Overlay over LTE-Advanced. Workshop on the Convergence of Wireless Broadband and Broadcast, München, 12. Juni 2013.
- [JUR4] Juretzek, F.:
Aktivitäten der TU Braunschweig. Beitrag zur 2. Sitzung "Integrated UHF Multimedia Network" des IRT, München, 27. Juni 2013.
- [JUR5] Juretzek, F.:
LTE Integration in die FEFs von DVB-T2. Beitrag zur 3. Sitzung der Bund-Länder Arbeitsgruppe "Technische und ökonomische Rahmenbedingungen der Massenkommunikation", Berlin, 19. September 2013.
- [JUR6] Juretzek, F.:
A Tower Overlay over LTE-Advanced+. Beitrag zur 3. Sitzung "Integrated UHF Multimedia Network" des IRT, München, 27. September 2013.
- [JUR7] Juretzek, F.:
A Tower Overlay over LTE-Advanced+. EBU Forecast 2013, Genf, Schweiz, 6. November 2013.
- [JUR/REI1] Juretzek, F.; Reimers, U.:
Dynamic Broadcast & Tower Overlay for LTE-A. Mobile Multi Media [M3] Open Event, Paris, Frankreich, 16. Mai 2013.

- [JUR/REI2] Juretzek, F.; Reimers, U.:
Point-To-MultiPoint-Overlay (P2MP) for LTE-Advanced Using DVB-T2 Future Extension Frames. In Proc. 2013 IEEE Broadcast Symposium, elektronisch (9 Seiten), San Diego, USA, Oktober 2013.
- [KOL/FIN1] Kolossa, A.; Fingscheidt, T.; Wessel, K.; Kopp, B.:
A Model-Based Approach to Trial-by-Trial P300 Amplitude Fluctuations. *Frontiers in Human Neuroscience*, Vol. 6, No. 359, S. 1–18, 2013.
- [KÜR1] Gunnarsson, F.; Schmelz, L. C.; Kürner, T.:
Guest Editorial: Special Section on Self-organizing Radio Networks. *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, Vol. 62, S. 1881–1882, 2013.
- [KÜR2] Ai, B.; Briso Rodríguez, C.; Kürner, T.; Wu, H.-C.:
Editorial: Radio Wave Propagation and Wireless Channel Modeling. *International Journal of Antennas and Propagation*, elektronisch (3 Seiten), Vol. 2013, 2013.
- [KÜR4] Eisenblätter, A.; González Rodríguez, B.; Gunnarsson, F.; Kürner, T.; Litjens, R.; Sas, B.; Sayrac, B.; Schmelz, L. C.:
Vision and Key Challenges for Unified Self-Management of Future Radio Access Networks. In Proc. Wireless World Research Forum Meeting 30, elektronisch (6 Seiten), Oulu, Finnland, April 2013.
- [KÜR5] Litjens, R.; Sayrac, B.; Spaey, K.; Willcock, C.; Eisenblätter, A.; González Rodríguez, B.; Kürner, T.:
Self-Management for Unified Heterogeneous Radio Access Networks. In Proc. 3rd International Workshop on Self-Organizing Networks (IWSON 2013), elektronisch (5 Seiten), Dresden, Juni 2013.
- [KÜR6] Eisenblätter, A.; González Rodríguez, B.; Gunnarsson, F.; Kürner, T.; Litjens, R.; Sas, B.; Sayrac, B.; Schmelz, L. C.:
Integrated Self-Management for Future Radio Access Networks: Vision and Key Challenges. In Proc. Future Networks & Mobile Summit 2013, elektronisch (10 Seiten), Lissabon, Portugal, Juli 2013.

- [KÜR10] Kürner, T.:
THz Communications – Approaching Wireless 100 Gbps and Beyond. MITEPHO Winter School, Duisburg, 18. Dezember 2012.
- [KÜR11] Kürner, T.:
THz Communications – Approaching Wireless 100 Gbps. Kolloquium Aalto University, Espoo, Finnland, 4. Januar 2013.
- [KÜR12] Kürner, T.:
THz Communications – An Option for Wireless 100 Gbps. Telekommunikationsforum TU Wien, Wien, Österreich, 1. März 2013.
- [KÜR13] Kürner, T.:
Zukünftige Spektrumsnutzung im UHF-Bereich. Bitkom Crossforum, Berlin, 15. Mai 2013.
- [KÜR14] Kürner, T.:
Options for Future Spectrum Use in the 470–790 MHz Frequency Bands. LS Summit, Lichtenau, 3. Juli 2013.
- [KÜR15] Kürner, T.:
Optionen für die zukünftige Spektrumsnutzung im UHF-Bereich. Medienpolitik@IFA, Berlin, 10. September 2013.
- [KÜR16] Kürner, T.:
Breitbandkommunikation für BOS: Machbarkeit, Frequenzbedarf und Handlungsoptionen. PMRExpO 2013, Köln, 26. November 2013.
- [KÜR/PRI1] Kürner, T.; Priebe, S.:
Towards THz Communications – Status in Research, Standardization and Regulation. Journal of Infrared, Millimeter, and Terahertz Waves, elektronisch (10 Seiten), August 2013.
- [KÜR/REI1] Kürner, T.; Reimers, U.:
Untersuchung der zukünftigen Frequenzbedarfe im UHF-Frequenzbereich. Forum “Mobile Media 2020“ des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie, Berlin, 29. Januar 2013.

- [LIS1] Smyrnaio, M.; Schön, S.; Liso Nicolás, M.: *Multipath Propagation, Characterization and Modeling in GNSS*. Geodetic Sciences – Observations, Modeling and Applications, Kapitel 2, InTech, S. 99–125, 2013.
- [LIS/KÜR1] Smyrnaio, M.; Liso Nicolás, M.; Schön, S.; Kürner, T.: *Ray-tracing Approach Versus Double Difference, Multipath Characterization in a Multiple Ray Scenario*. In Proc. 6th ESA Workshop on Satellite Navigation Technologies and European Workshop on GNSS Signals and Signal Processing (NAVITEC), S. 1–8, Noordwijk, Niederlande, Dezember 2012.
- [LIS/KÜR2] Liso Nicolás, M.; Artamonov, I.; Kürner, T.: *Low-Cost USRP SDR Receiver for the Investigation of Multipath Influence on GNSS Systems*. In Proc. 7th European Conference on Antennas and Propagation (EuCAP), S. 2300–2304, Göteborg, Schweden, April 2013.
- [LIS/KÜR3] Liso Nicolás, M.; Smyrnaio, M.; Schön, S.; Kürner, T.: *Ray Tracing Multipath Modelling in GNSS with a Single Reflector*. In Proc. 7th European Conference on Antennas and Propagation (EuCAP), S. 2261–2265, Göteborg, Schweden, April 2013.
- [MAE1] Märgner, V.; El Abed, H.: *International Conference on Document Analysis and Recognition (ICDAR 2013) – Competitions Overview*. 12th International Conference on Document Analysis and Recognition, Washington, D.C., USA, 28. August 2013.
- [NUC/ABB/KÜR1] Nuckelt, J.; Abbas, T.; Tufvesson, F.; Mecklenbräuker, C.; Bernadó, L.; Kürner, T.: *Comparison of Ray Tracing and Channel-Sounder Measurements for Vehicular Communications*. In Proc. 7th IEEE 77th Vehicular Technology Conference (VTC2013-Spring), elektronisch (5 Seiten), Dresden, Juni 2013.
- [NUC/ROS/JAN/KÜR1] Nuckelt, J.; Rose, D. M.; Jansen, T.; Kürner, T.: *On the Use of OpenStreetMap Data for V2X Channel Modeling in Urban Scenarios*. In Proc. 7th European Conference on Antennas and Propagation (EuCAP), S. 3984–3988, Göteborg, Schweden, April 2013.

- [PAL1] Palka, P.:
Future Terrestrial Broadcast Systems – An Overview of the Use of TV White Spaces. IEEE Consumer Electronics Magazine, Vol. 2, No. 3, S. 17–24, 2013.
- [PAL2] Palka, P.:
Untersuchung der zukünftigen Frequenzbedarfe im UHF-Frequenzbereich. Workshop des Münchner Kreises “Spektrum für Mobiles Breitband und Rundfunk“, München, 15. März 2013.
- [PAL3] Palka, P.:
Weiterentwicklung der terrestrischen Fernseh-Übertragungstechnik. Workshop des Münchner Kreises “Spektrum für Mobiles Breitband und Rundfunk“, München, 15. März 2013.
- [PAL4] Palka, P.:
A Study on the Future Service Allocation in the UHF Band. Dynamic Spectrum Sharing: The Future of Wi-Fi & the Internet of Things, Berlin, 9. April 2013.
- [PAL5] Palka, P.:
New Developments of Broadcast Technologies. Workshop on the Convergence of Wireless Broadband and Broadcast, München, 12. Juni 2013.
- [PAN/FEC1] Pantke, W.; Fecker, D.:
The HADARA Project as an Example of Involving Students in International Research Projects. 1st DAAD Workshop “Towards a Common Master of Information Technology“, Hammamet, Tunesien, 4. Juni 2013.
- [PAN/MAE/FEC/FIN1] Pantke, W.; Märgner, V.; Fecker, D.; Fingscheidt, T.; Asi, A.; Biller, O.; El-Sana, J.; Saabni, R.; Yehia, M.:
HADARA – A Software System for Semi-Automatic Processing of Historical Handwritten Arabic Documents. In Proc. IS&T Archiving 2013, S. 161–166, Washington, D.C., USA, April 2013.
- [PAN/MAE/FIN1] Pantke, W.; Märgner, V.; Fingscheidt, T.:
On Evaluation of Segmentation-Free Word Spotting Approaches Without Hard Decisions. In Proc. 12th International Conference on Document Analysis and Recognition (ICDAR 2013), elektronisch (5 Seiten), Washington, D.C., USA, August 2013.

- [PAU1] Paulus, E.:
Die Aussagekraft des Kurzzeit-Frequenzspektrums und der Kurzzeit-Autokorrelationsfunktion bei der Analyse von Tierstimmen. Systemtheorie Signalverarbeitung Sprachtechnologie. Rüdiger Hoffmann zum 65. Geburtstag. TUDpress, S. 146–153, Dresden, 2013.
- [PFL/FIN1] Pflug, F.; Fingscheidt, T.:
Robust Ultra-Low Latency Soft-Decision Decoding of Linear PCM Audio. IEEE Transactions on Audio, Speech and Language Processing, Vol. 21, No. 11, S. 2324–2336, 2013.
- [PFL/FIN2] Pflug, F.; Fingscheidt, T.:
Delayless Robust DPCM Audio Transmission for Digital Wireless Microphones. In Proc. 134th Audio Engineering Society (AES) Convention 2013, elektronisch (8 Seiten), Rom, Italien, Mai 2013.
- [PFL/FIN3] Pflug, F.; Fingscheidt, T.:
On the Use of Explicit Redundancy of Delayless Soft-Decision Audio Decoding. In Proc. 38th International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing (ICASSP '13), elektronisch (5 Seiten), Vancouver, Kanada, Mai 2013.
- [PRI1] Priebe, S.:
Challenges of the THz Frequency Range for Communications Networks. International Wireless Industry Consortium (IWPC) Workshop: What Happens When the Wireless Industry Runs Out of Capacity? Newark, USA, 4. Dezember 2012.
- [PRI/FRI/REY/KÜR1] Priebe, S.; Fricke, A.; Rey, S.; Kürner, T.:
From Conventional WLANs to THz Communications – Differences and Commons of 2.4 or 5 GHz and THz Indoor Radio Channels. In Proc. 6th Global Symposium on Millimeter-Waves (GSMM 2013), elektronisch (4 Seiten), Sendai, Japan, April 2013.
- [PRI/KÜR1] Priebe, S.; Kürner, T.:
Stochastic Modeling of THz Indoor Radio Channels. IEEE Transactions on Wireless Communications, Vol. 12, No. 6, S. 4445–4455, 2013.

- [PRI/KÜR2] Kleine-Ostmann, T.; Salhi, M.; Kannicht, M.; Priebe, S.; Kürner, T.; Schrader, T.:
Broadband Channel Measurements Between 50 GHz and 325 GHz: Comparison of Different Propagation Scenarios. In Proc. 38th International Conference on Infrared, Millimeter and Terahertz Waves (IRMMW-THz), elektronisch (2 Seiten), Mainz, September 2013.
- [PRI/KÜR3] Salhi, M.; Kleine-Ostmann, T.; Schrader, T.; Kannicht, M.; Priebe, S.; Kürner, T.:
Broadband Channel Measurements in a Typical Office Environment at Frequencies Between 50 GHz and 325 GHz. In Proc. 43rd European Microwave Week (EuMW), elektronisch (4 Seiten), Nürnberg, Oktober 2013.
- [PRI/KÜR4] Salhi, M.; Kleine-Ostmann, T.; Kannicht, M.; Priebe, S.; Kürner, T.; Schrader, T.:
Broadband Channel Propagation Measurements on Millimeter and Sub-Millimeter Waves in a Desktop Download Scenario. In Proc. 27th Asia-Pacific Microwave Conference (APMC), elektronisch (3 Seiten), Seoul, Südkorea, November 2013.
- [PRI/REY/KÜR1] Priebe, S.; Rey, S.; Kürner, T.:
From Broadband Ray Tracing Propagation Modeling to Physical Layer Simulations of THz Indoor Communication Systems. In Proc. IEEE Radio Wireless Week (RWW), S. 142–144, Austin, USA, Januar 2013.
- [QI1] Qi, J.; Carstens, J. E.:
Extensions of a TV Playout System to Support Dynamic Broadcast. In Proc. 15. ITG-Fachtagung für Elektronische Medien, elektronisch (6 Seiten), Dortmund, Februar 2013.
- [QI2] Qi, J.:
A Heuristic Approach for the Delivery Schedule Optimization in Dynamic Broadcast. In Proc. IEEE International Symposium on Broadband Multimedia Systems and Broadcasting, elektronisch (6 Seiten), London, UK, Juni 2013.

- [QI/REI1] Qi, J.; Reimers, U.:
A Flexible Signalling Structure for Content Delivery in Dynamic Broadcast. In Proc. International Conference on Consumer Electronics Berlin, elektronisch (5 Seiten), Berlin, September 2013.
- [RAM/MAE1] Ramírez-Ortegón, M. A.; Märgner, V.; Cuevas, E.; Rojas, R.:
An Optimization for Binarization Methods by Removing Binary Artifacts. Pattern Recognition Letters, Vol. 34, No. 11, S. 1299–1306, 2013.
- [RAM/MAE2] Ramírez-Ortegón, M. A.; Märgner, V.; Cuevas, E.; Rojas, R.:
An Objective Method to Evaluate Stroke-width Measures for Binarized Documents. In Proc. 12th International Conference on Document Analysis and Recognition (ICDAR 2013), S. 175–179, Washington, D.C., USA, August 2013.
- [RAM/BEN/MAE1] Ramírez-Ortegón, M. A.; Ramírez-Ramírez, L. L.; Ben Messaoud, I.; Märgner, V.; Cuevas, E.; Rojas, R.:
A Model for the Gray-intensity Distribution of Historical Handwritten Documents and its Application for Binarization. International Journal on Document Analysis and Recognition (IJDAR), elektronisch (22 Seiten), Springer Berlin Heidelberg, 2013.
- [REI1] Reimers, U.:
Quo Vadis DTT – Germany as a Case Study. EBU Review Technical, elektronisch (13 Seiten), Genf, Schweiz, März 2013.
- [REI2] Reimers, U.:
Systeme für den mobilen, drahtlosen Rundfunk. Symposium der Technischen Kommission der Landesmedienanstalten (TKLM) “Mobiles Fernsehen – Netze und Nutzen“, Berlin, 17. Januar 2013.
- [REI3] Reimers, U.:
Untersuchung der zukünftigen Frequenzbedarfe im UHF-Frequenzbereich. Deutsche TV-Plattform, Sitzung der Arbeitsgruppe “Infrastruktur“, Frankfurt, 18. Februar 2013.

- [REI4] Reimers, U.:
Rahmenbedingungen für Massenkommunikation – Technischer Rahmen. 1. Workshop der Bund-/Länder-Arbeitsgruppe zu wirtschaftlichen, rechtlichen und technischen Fragen der Netze an der Schnittstelle von Telekommunikation und Rundfunk, Berlin, 25. Februar 2013.
- [REI5] Reimers, U.:
Terrestrial Media Delivery – Beyond DVB-T2. DVB World 2013, Madrid, Spanien, 12. März 2013.
- [REI6] Reimers, U.:
Convergence of Wireless Broadband and Broadcast? Workshop on the Convergence of Wireless Broadband and Broadcast, München, 12. Juni 2013.
- [REI7] Reimers, U.:
Changes in Media Distribution. EBU Technical Assembly, München, 12. Juni 2013.
- [REI8] Reimers, U.:
New Concepts for Terrestrial Media Distribution. International Broadcasting Convention (IBC) 2013, Amsterdam, Niederlande, 15. September 2013.
- [REI9] Reimers, U.:
Avifaunistik in der Region Braunschweig. Jahrbuch 2012 der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft, S. 92–94, Braunschweig, 2013.
- [REY/FRI/KÜR1] Rey, S.; Fricke, A.; Achir, M.; Le Bars, P.; Kleine-Ostmann, T.; Kürner, T.:
On Propagation Characteristics of Waveguide-like ABS-Structures in 60 and 300 GHz Communications. In Proc. 38th International Conference on Infrared, Millimeter and Terahertz Waves (IRMMW-THz), elektronisch (2 Seiten), Mainz, September 2013.
- [ROB/ZÖL1] Robert, J.; Zöllner, J.:
Multiple-Input Single-Output Antenna Schemes for DVB-NGH. Next Generation Mobile Broadcasting, Kapitel 20, CRC Press, S. 581–608, 2013.

- [ROS/JAN/HAH/KÜR2] Rose, D. M.; Jansen, T.; Hahn, S.; Kürner, T.:
Impact of Realistic Indoor Mobility Modelling in the Context of Propagation Modelling on the User and Network Experience. In Proc. 7th European Conference on Antennas and Propagation (EuCAP), S. 3979–3983, Göteborg, Schweden, April 2013.
- [ROS/JAN/HAH/KÜR3] Rose, D. M.; Jansen, T.; Hahn, S.; Kürner, T.:
Impact of Realistic Indoor Mobility Modelling in the Context of Propagation Modelling on the User and Network Experience. Future Network & Mobile Summit 2013 – COST ICT: Networks and More, Lissabon, Portugal, 5. Juli 2013.
- [ROT1] Rother, D.:
Exkursion – Besuch beim Fraunhofer HHI. FKT – Die Fachzeitschrift für Fernsehen, Film und elektronische Medien, Vol. 67, No. 8–9, S. 40–41, 2013.
- [ROT/ROB/SLI/ZÖL1] Rother, D.; Robert, J.; Slimani, M.; Zöllner, J.:
Laufzeitoptimierung eines Software-Defined-Radio-DVB-T2-Messempfängers. In Proc. 15. ITG-Fachtagung für Elektronische Medien, elektronisch (6 Seiten), Dortmund, Februar 2013.
- [SLI/ROB/SCHL/ZÖL1] Slimani, M.; Robert, J.; Schlegel, P.; Zöllner, J.:
DVB-T2: Optionen für Deutschland. In Proc. 15. ITG-Fachtagung für Elektronische Medien, elektronisch (6 Seiten), Dortmund, Februar 2013.
- [ZÖL1] Zöllner, J.; Lopez-Sanchez, J.; Gomez-Barquero, D.; Atungsiri, S.; Stare, E.:
Local Service Insertion in DVB-NGH Single-Frequency Networks. Next Generation Mobile Broadcasting, Kapitel 18, CRC Press, S. 513–546, 2013.
- [ZÖL2] Zöllner, J.:
Terrestrial Cooperation – Spectrum & Energy Efficient Media Content Delivery. DVB Scene, Vol. 42, S. 4, 2013.
- [ZÖL3] Zöllner, J.; Loghin, N.:
Optimization of High-order Non-uniform QAM Constellations. In Proc. IEEE International Symposium on Broadband Multimedia Systems and Broadcasting, elektronisch (6 Seiten), London, UK, Juni 2013.

- [ZÖL/NEU1] Zöllner, J.; Neumann, P.:
Dynamic Broadcast – New Content Delivery Strategies Enabling Efficient Spectrum Usage. The IBC Daily, S. 22, 2013.
- [ZÖL/ROB/ROT/SLI1] Zöllner, J.; Robert, J.; Rother, D.; Slimani, M.:
Ein Toolkit für den Entwurf softwarebasierter Empfangssysteme. In Proc. 15. ITG-Fachtagung für Elektronische Medien, elektronisch (6 Seiten), Dortmund, Februar 2013.
- Im Rahmen der Arbeiten nationaler und internationaler kooperativer Projekte wurden vorgelegt:**
- [ABB/NUC/KÜR1] Abbas, T.; Nuckelt, J.; Kürner, T.; Mecklenbräuker, C.; Bernadó, L.; Tufvesson, F.:
Simulation and Measurement Based Vehicle-to-Vehicle Channel Characterization for Urban Street Intersection. In Proc. COST IC1004 7th MC Meeting, elektronisch (10 Seiten), Ilmenau, Mai 2013.
- [BAU/FIN2] Bauer, P.; Fingscheidt, T.:
Feasibility Study about Bandwidth Extension in Speech Codecs. Abschlussbericht zur Machbarkeitsstudie BWE Codec für das Fraunhofer IIS, Erlangen, Juli 2013.
- [BAUM/KÜR1] Baumgarten, J.; Kürner, T.:
Energy Consumption Model for Multiple RATs Based on Network Measurements. COST IC1004 + GREENNETS Joint Workshop on “SON Algorithms for Energy Efficiency”, elektronisch (3 Seiten), Ilmenau, Mai 2013.
- [BAUM/KÜR2] Baumgarten, J.; Cavalcante, R. G.; Kürner, T.; Stanczak, S.:
Network Simulation. Deliverable D4.3 – Network Simulation, FP7-Projekt GreenNets, elektronisch (59 Seiten), www.greennets.eu, September 2013.
- [BAUM/KÜR3] Baumgarten, J.; Kürner, T.:
Validation of Power Consumption Modelling. Deliverable D3.1 – Energy Consumption and Network Models – Power Consumption Model, FP7-Projekt GreenNets, elektronisch (8 Seiten), www.greennets.eu, Oktober 2013.

- [FOD/FIN1] Fodor, B.; Fingscheidt, T.:
Akustisches Fernrohr – Zwischenbericht. Elektronisch (4 Seiten), September 2013.
- [GUA/KÜR3] Guan, K.; Zhong, Z.; Ai, B.; Kürner, T.:
Deterministic Modeling for Propagation of High-Speed Railway. In Proc. COST IC1004 6th MC Meeting, elektronisch (5 Seiten), Februar 2013.
- [GUA/KÜR4] Guan, K.; Zhong, Z.; Ai, B.; Kürner, T.:
Semi-Deterministic Modeling for Propagation of High-Speed Railway. In Proc. COST IC1004 6th MC Meeting, elektronisch (4 Seiten), Februar 2013.
- [GUA/KÜR5] Guan, K.; Zhong, Z.; Ai, B.; Kürner, T.:
A General Model for Extra Loss of Semi-Closed Obstacles and Applications on Crossing Bridges and Train Stations of High-Speed Railway. In Proc. COST IC1004 7th MC Meeting, elektronisch (8 Seiten), Mai 2013.
- [IFN] Kürner, T.; Reimers, U.; Chee, K. L.; Jansen, T.; Juretzek, F.; Schlegel, P.:
Untersuchung der zukünftigen Frequenzbedarfe des terrestrischen Fernsehens und des Mobilfunkdienstes sowie weiterer Funknutzungen im Frequenzband 470–790 MHz sowie Bewertung von Optionen zur Verteilung der Frequenznutzungen unter sozio-ökonomischen und frequenztechnischen Gesichtspunkten insbesondere im Teilfrequenzband 694–790 MHz. Abschlussbericht einer Studie für das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, Berlin, 21. Januar 2013.
- [JUR1] Juretzek, F.:
Point-to-MultiPoint-Overlay (P2MP) for LTE-Advanced Using DVB-T2 Future Extension Frames. Beitrag zum 1. DVB TM-CSU Meeting (Dokument TM-CSU0017), Genf, Schweiz, 23. April 2013.
- [JUR2] Juretzek, F.:
High Power/High Tower vs. Cellular Infrastructure – A Cost Comparison Based on an Ericsson Study. Beitrag zum 1. DVB TM-CSU Meeting (Dokument TM-CSU0017), Genf, Schweiz, 24. April 2013.

- [JUR/ILS1] Juretzek, F.; Ilsen, S.:
Spectral Efficiency of the eMBMS, DVB-T2 and DVB-T PHY – A Short Insight. Beitrag zum 1. DVB TM-CSU Meeting (Dokument TM-CSU0017), Genf, Schweiz, 24. April 2013.
- [KÜR3] Litjens, R.; Sayrac, B.; Spaey, K.; Willcock, C.; Eisenblätter, A.; González Rodríguez, B.; Kürner, T.:
Self-Management for Unified Heterogeneous Radio Access Networks. In Proc. COST IC1004 6th MC Meeting, elektronisch (5 Seiten), Málaga, Spanien, Februar 2013.
- [KÜR7] Kürner, T.:
Literature Review on Requirements for Wireless Data Centers. IEEE 802.15-13-0411-00-0, Genf, Schweiz, Juli 2013.
- [KÜR8] Kürner, T.:
On the Scope of IEEE 802.15 SG 100G. IEEE 802.15-13-0635-00-0, Dallas, USA, November 2013.
- [KÜR9] Kürner, T.:
Requirements for Wireless Backhauling / Fronthauling. IEEE 802.15-13-0636-00-0, Dallas, USA, November 2013.
- [NEU1] Neumann, P.:
An Introduction to Dynamic Broadcast. Beitrag zum 1. DVB TM-CSU Meeting (Dokument TM-CSU0017), Genf, Schweiz, 23. April 2013.
- [NEU2] Neumann, P.:
Dynamic Broadcast from a Service Perspective. Beitrag zum 1. DVB TM-CSU Meeting (Dokument TM-CSU0019), Genf, Schweiz, 23. April 2013.
- [NUC/ROS/JAN/KÜR2] Nuckelt, J.; Rose, D. M.; Jansen, T.; Kürner, T.:
On the Use of OpenStreetMap Data for V2X Channel Modeling in Urban Scenarios. In Proc. COST IC1004 7th MC Meeting, elektronisch (6 Seiten), Ilmenau, Mai 2013.

- [PEN/KÜR1] Peng, B.; Kürner, T.; von Häfen, J.; Ayadi-Miessen, A.: *Application of Soft Frequency Reuse for the Realistic Irregular and Sectorized Cells in Cellular Mobile Networks*. In Proc. COST IC1004 7th MC Meeting, elektronisch (3 Seiten), Ilmenau, Mai 2013.
- [PEN/KÜR2] Peng, B.; Kürner, T.: *Iterative Power Control Algorithm for Maximum Data Rate Sum in Cellular Networks with Distributed Implementation*. In Proc. COST IC1004 7th MC Meeting, elektronisch (5 Seiten), Ilmenau, Mai 2013.
- [PRI2] Priebe, S.: *MAC Layer Concepts for THz Communications*. IEEE 802 Plenary Session, IEEE Dokument 802.15-12-0145-00-0thz, Orlando, USA, März 2013.
- [PRI/JAC/KÜR1] Priebe, S.; Jacob, M.; Kannicht, M.; Kürner, T.: *Ultrabroadband Indoor Channel Measurements and Calibrated Ray Tracing Propagation Modelling at THz Frequencies*. IEEE 802.15-13-0637-00-0, Dallas, USA, November 2013.
- [PRI/KÜR5] Priebe, S.; Kürner, T.: *A Stochastic Indoor Radio Channel Model for THz WPANs/WLANs*. IEEE 802 Plenary Session, IEEE Dokument 802.15-12-0358-00-0thz, Genf, Schweiz, Juli 2013.
- [REC1] Receveur, S.: *SHARE++ Zwischenbericht (Projektphase II)*. Elektronisch (16 Seiten), Erlangen, Februar 2013.
- [REC2] Receveur, S.: *SHARE++ Final Report*. Elektronisch (42 Seiten), Erlangen, April 2013.
- [REY/PRI/KÜR1] Rey, S.; Priebe, S.; Kürner, T.: *Link Level Simulations of THz Communications*. IEEE 802 Plenary Session, IEEE 802.15 Dokument 802.15-13-0406-00-0thz, Genf, Schweiz, Juli 2013.

- [ROS/BAUM/KÜR1] Rose, D. M.; Baumgarten, J.; Kürner, T.:
Spatial Traffic Distributions for Cellular Networks with Time Varying Usage Intensities per Land-Use Class. In Proc. COST IC1004 7th MC Meeting, elektronisch (5 Seiten), Ilmenau, Mai 2013.
- [ROS/HOF1] Rose, D. M.; Hoffmann, H.; Djapic, R.; Jorguseski, L.; Kovacs, I.; Laselva, D.; Lobinger, A.; Trichias, K.; Türke, U.; Wang, Y.:
Definition of Reference Scenarios, Modelling Assumptions and Methodologies. Deliverable 2.4 – EU FP7 ICT STREP SEMAFOUR, FP7-Projekt SEMAFOUR, elektronisch (74 Seiten), www.fp7-semafour.eu, Juni 2013.
- [ROS/JAN/HAH/KÜR1] Rose, D. M.; Jansen, T.; Hahn, S.; Kürner, T.:
Impact of Realistic Indoor Mobility Modelling in the Context of Propagation Modelling on the User and Network Experience. In Proc. COST IC1004 6th MC Meeting, elektronisch (5 Seiten), Málaga, Spanien, Februar 2013.
- [ROS/JAN/WER/KÜR1] Rose, D. M.; Jansen, T.; Werthmann, T.; Türke, U.; Kürner, T.:
The IC 1004 Urban Hannover Scenario – 3D Pathloss Predictions and Realistic Traffic and Mobility Patterns. In Proc. COST IC1004 8th MC Meeting, elektronisch (13 Seiten), Gent, Belgien, September 2013.
- [TRA/FIN1] Transfeld, P.; Fingscheidt, T.:
Audioradar Zwischenbericht. Elektronisch (7 Seiten), September 2013.
- [ZÖL4] Zöllner, J.:
MIMO Network Structures. ATSC OFDM Workshop, Washington, D.C., USA, 17. Juli 2013.

Nachrichtentechnisches Kolloquium (WS 2012/2013, SS 2013)

- 20.11.2012 Dr. Jimmy Kunzmann, European Media Labs, Heidelberg:
Automatic Transcription of Speech – From Applied Research to the Market
- 04.12.2012 Niels Rosenhäger, Vodafone D2 GmbH, Düsseldorf:
Strategiedefinition eines Mobilfunk-Operators in einem gesättigten Markt
- 15.01.2013 Dr. Dennis Allerkamp, Ralph Behrens, Robert Bosch Car Multimedia GmbH, Hildesheim:
Navigation und grafische Darstellung der Navigationskarte
- 22.01.2013 Dr. Peter Unger, Deutsche Telekom Technik GmbH, Darmstadt:
Mobilfunk und Gesundheit – Gesellschaftliche Verantwortung im mobilen Breitbandausbau
- 14.05.2013 Dr. Jan Steuer, DOK SYSTEME GmbH, Garbsen:
Business Case-Kalkulationen im ITK-Umfeld
- 18.06.2013 Dr. Gunther May, Bosch Rexroth AG, Lohr am Main:
Echtzeitkommunikation im industriellen Umfeld: Vom Feldbus über Industrial Ethernet zum Funk
- 02.07.2013 Dr. Christian Hoene, Symonics GmbH, Tübingen:
Telefonieren in anderen Dimensionen
- 09.07.2013 Dr. Matthias Dörbecker, Michael Zeller, Intel Automotive Design Center, Karlsruhe:
Plattformlösungen für Infotainment-Systeme im Fahrzeug – Herausforderungen an die Signalverarbeitung

Master- und Bachelorarbeiten

Im Folgenden ist eine Übersicht über die am Institut im Berichtszeitraum abgeschlossenen studentischen Arbeiten aufgelistet. Da es sich dabei um Prüfungsleistungen handelt, ist ein Ausleihen der Arbeiten nicht möglich. Bei Interesse an einem der bearbeiteten Themen wenden Sie sich bitte an den jeweiligen Abteilungsleiter.

Abteilung für Elektronische Medien – Systemtheorie und Technik (Prof. Reimers)

Masterarbeiten [MA]

- 13/002 Tiefholz, Sandra: Untersuchungen zur Bildqualität von Videosequenzen niedriger Datenrate bei der Wiedergabe auf mobilen Endgeräten
- 13/007 Hurtig, Thomas: Entwurf einer Energieberatung per Smartphone
- 13/008 Franzky, Jonathan: Implementierung eines Energie-Geräteerkenners
- 13/009 Bian, Xi: Development of a Simulation Environment for Dynamic Broadcast
- 13/015 Feldberg, Jasmin: Studie über den Einsatz von Multicast- und Broadcast-Diensten für mobile Endgeräte unter sozio-ökonomischen Gesichtspunkten

Bachelor-, Studien-, Projektarbeiten und Medientechnische Projekte [BA]

- 13/501 Linanda, Angeline: Implementation and Evaluation of a Heuristic Optimization Approach for the Delivery Scheduling in Dynamic Broadcast
- 13/703 Fritzsche, Sven; Richter, Maj Kristin: Steuerung einer Multimediaanlage mit energietechnischen Zusatzfunktionen
- 13/706 Rancel Gil, Yaiza: Analysis of the TV viewing activity in real households
- 13/707 Dervaric, Daniel: Eine Analyse der Möglichkeiten zur Nutzeridentifikation durch browsergestützte Webanwendungen und Implementierung eines Browser-Plug-Ins zum Schutz der Privatsphäre
- 13/709 Busse, Paul: Entwurf und Entwicklung einer Umfrage-App für Android-Geräte

- 13/710 Filusch, David: Erarbeitung von Konzepten zur intelligenten Steuerung der Beleuchtung von Räumen und Fluren

Abteilung Signalverarbeitung (Prof. Fingscheidt)

Masterarbeiten [MA]

- 13/001 Jones, Jennifer: Design and Optimization of a Phonetic Classifier to Support Artificial Bandwidth Extension in Real-Time Applications
- 13/011 Meyer, Patrick: Entwicklung und Optimierung einer Merkmalsextraktion für die iterative audio-visuelle Spracherkennung
- 13/012 Studte, Alexander: Development and Test of a Realtime Wideband Automotive Acoustic Echo Canceled Framework
- 13/013 Haak, Arne: Modellierung und Training eines auf Hidden-Markov-Modellen basierenden Handschrifterkenners
- 13/014 Abel, Johannes: HMM-basierte Erweiterung der akustischen Bandbreite von Sprachdatenbanken
- 13/017 Elshamy, Samy: Implementierung und Optimierung eines robusten Verfahrens für zweikanalige akustische Echokompensation

Bachelor-, Studien- und Projektarbeiten [BA]

- 13/502 Amor, Karim: Fehlerdetektion in Lötnähten mit Hilfe der Support Vector Data Description
- 13/701 Jongebloed, Rolf: Beamforming mit hoher Abtastrate
- 13/702 Baumbach, Dirk: Analyse und Optimierung von Modellen zur Prädiktion von mittels EEG gemessenen ereigniskorrelierten Potentialen
- 13/705 Kähm, Julia; Kuznik, Waldemar: Untersuchungen zur Merkmalsextraktion für die Identifikation von arabischen Schreibern
- 13/708 Strake, Maximilian: Vergleich von subjektiven und instrumentellen Maßen zur Bewertung der Qualität künstlich bandbreitenerweiterter Sprachsignale
- 13/712 Franzen, Jan: Development of a Real-Time DSP System for Artificial Bandwidth Extension
- 13/713 Andrade Protes Faria, Suzana: Classification of Imbalanced Data Sets: Sampling, Ensemble Learning and Feature Selection

Abteilung für Mobilfunksysteme (Prof. Kürner)

Masterarbeiten [MA]

- 13/003 Möller, Andreas: Performance-Studie des Mobilfunkstandards LTE für Anwendungen in der Fahrzeugkommunikation
- 13/004 Aglargöz, Aysegül: Feasibility Analysis of Software-Defined Radio and Cognitive Radio for Safety-Critical Aircraft Systems
- 13/005 Zumarraga Uribe, Paul: Angle-of-Arrival Estimation for GNSS Based on Low-Cost SDR
- 13/006 Hoffmann, Hendrik: Entwicklung und Evaluierung eines Handover-Simulators für GSM und UMTS durch Analyse von Messfahrten als Grundlage für KPI-Vorhersagen
- 13/010 Homann, Christian: Analyse von Nahfeldeffekten für die Intra-Device-Kommunikation bei THz-Frequenzen
- 13/016 Meyer, Thomas: Aufbau eines Versuchs zur Planung von Mobilfunknetzen

Bachelorarbeiten [BA]

- 13/704 Gröber, Christoph: Raytracing-basierte Mehrfachstreuungsprozesse zur Kanalmodellierung von Car2X-Kommunikationsszenarien
- 13/711 Maiti, Swatchatoa: Applicability of Radiosity Methods for THz Propagation Modelling

Dissertationen

- Sebastian Priebe Towards THz Communications: Propagation Studies, Indoor Channel Modeling and Interference Investigations
1. Ber.: Prof. Kürner
2. Ber.: Prof. Kallfass (Univ. Stuttgart)
Promotion an der TU Braunschweig am 19.02.2013
- Huajun Yu Post-Filter Optimization for Multichannel Automotive Speech Enhancement
1. Ber.: Prof. Fingscheidt
2. Ber.: Prof. Schmidt (Christian-Albrechts-Univ. zu Kiel)
Promotion an der TU Braunschweig am 05.07.2013
- Jörg Robert Terrestrial TV Broadcast Using Multi-Antenna Systems
1. Ber.: Prof. Reimers
2. Ber.: Prof. Heuberger (Friedrich-Alexander-Univ. Erlangen-Nürnberg)
Promotion an der TU Braunschweig am 24.09.2013
- Florian Pflug Funkübertragung von Audiosignalen mit prädiktiver Soft-Decision-Dekodierung
1. Ber.: Prof. Fingscheidt
2. Ber.: Prof. Goertz (TU Wien)
Promotion an der TU Braunschweig am 25.09.2013
- Tommaso Balercia (m,n)-Relaying for OFDMA Cellular Networks
1. Ber.: Prof. Kürner
2. Ber.: Prof. Fledderus (Eindhoven University of Technology)
Promotion an der TU Braunschweig am 27.09.2013

Aus der Forschung

Abteilung für Elektronische Medien – Systemtheorie und Technik (Reimers)

1. Forschungsfelder der Abteilung

Die dominierenden Forschungsthemen des Berichtszeitraums (1. Dezember 2012 bis 30. November 2013) waren die Entwicklung des von uns erfundenen „Tower Overlay over LTE-A+“, der sich drei Wissenschaftliche Mitarbeiter (WiMis) widmeten und die Weiterführung der Arbeiten an dem ebenfalls von uns erfundenen „Dynamic Broadcast“, welche ebenfalls von drei WiMis verfolgt wurden. Vier WiMis erforschten Möglichkeiten zur Optimierung des klassischen Broadcast per terrestrischen Sendernetzen und im Kabel. Einer unserer Mitarbeiter arbeitet an Lösungen für die Einbeziehung der Bevölkerung in die Energiewende unter Verwendung informationstechnischer Möglichkeiten.

Unsere Arbeiten umfassen die gesamte Spanne von der Grundlagenforschung bis hin zur Vorentwicklung und der Realisierung von System-Demonstratoren, aber wir scheuen uns auch nicht davor, an der Einführung der von uns (mit-)entwickelten technischen Systeme federführend mitzuwirken.

2. Projekte

Es ist überaus erfreulich, dass viele unserer Wissenschaftlerinnen bzw. Wissenschaftler in ein Forschungsvorhaben mit Partnerunternehmen eingebunden sind. Im Berichtszeitraum sind bzw. waren wir in den folgenden internationalen und nationalen Forschungsvorhaben engagiert:

2.1 Internationale Projekte

Im Zusammenhang mit der Erforschung neuer Wege der Spektrums-effizienten Übertragung über terrestrische Netze sowie bei der Verifikation und Validierung von DVB-C2 kooperieren wir mit zahllosen anderen Unternehmen im DVB-Projekt www.dvb.org. Mit unserem Partner Sony und unter Beteiligung von Samsung haben wir einen Vorschlag für die nächste Generation des terrestrischen Digitalfernsehens in den USA erarbeitet, welche unter der Bezeichnung ATSC 3.0 von dem Konsortium ATSC (Advanced Television Systems Committee) www.atsc.org zur Marktreife gebracht werden soll. Im Rahmen der weltweit agierenden Gruppierung FOBTv (Future Of Broadcast TeleVision) www.fobtv.org be-

teiligen wir uns an der Erforschung und Entwicklung zukünftiger Broadcast-Systeme.

2.2 Nationale und regionale Projekte

In Zusammenarbeit mit unseren Kolleginnen und Kollegen in der Abteilung Mobilfunksysteme erarbeiteten wir eine Studie für das Bundeswirtschaftsministerium zur zukünftigen Nutzung des UHF-Frequenzbandes.

2.3 Industrieprojekte

Die Firma Harris Broadcast (Mason, USA) ist unser Partner bei der Weiterentwicklung des „Tower Overlay over LTE-A+“. In Zusammenarbeit mit der Kabel Deutschland GmbH (KDG) rundeten wir die Verifikation des Systems DVB-C2 ab. Mit der Firma Sony bearbeiteten wir Forschungsaufgaben im Zusammenhang mit der Entwicklung des neuen Systems ATSC 3.0. Mit dem Cologne Broadcasting Center – dem Produktionsbetrieb der RTL-Gruppe – sind wir durch einen Kooperationsvertrag und mit der Société Européenne des Satellites (SES) durch einen Rahmenvertrag verbunden.

Im Rahmen unserer Forschung entstanden im Berichtszeitraum elf Patentanmeldungen, z. B. mit den Bezeichnungen: „Coding and modulation apparatus using non-uniform constellation“, „MIMO receiving apparatus and MIMO pre-processing apparatus“, „OFDM encoding apparatus and method“, „Receiver for receiving data in a broadcast system using redundancy data“.

3. Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der Abteilung

Herr Ilsen, Herr Juretzek und Herr Rother sind das „Tower Overlay over LTE-A+“-Team. Das Gebiet „Dynamic Broadcast“ bearbeiten die Herren Neumann, Palka und Qi. Herr Schlegel, Frau Slimani und Herr Zöllner forschen an den neuen bzw. zukünftigen Generationen des Digitalen Fernsehens (ATSC 3.0, DVB-T2). Die Forschungsarbeiten im Umfeld der Kabelnetze (Hybrid-Fibre-Coax [HFC]) lagen in den Händen von Herrn Hasse (bis 30. Juni 2013). Herr Walz erforscht Möglichkeiten, die Bevölkerung mittels informationstechnischer Systeme in die Gestaltung der Energiewende einzubinden. Unser Support-Team besteht aus Frau Brandt, Frau Sengpiel und Frau Wahnschaffe sowie den Herren Esser, Gudat, Hellrung, Moullion und Müller.

Nicht vergessen werden dürfen die Studierenden, die mit ihren Masterarbeiten (fünf im Berichtszeitraum), Bachelorarbeiten (sechs im Berichtszeitraum) oder als Wissenschaftliche Hilfskräfte unsere Forschung ganz maßgeblich unterstütz-

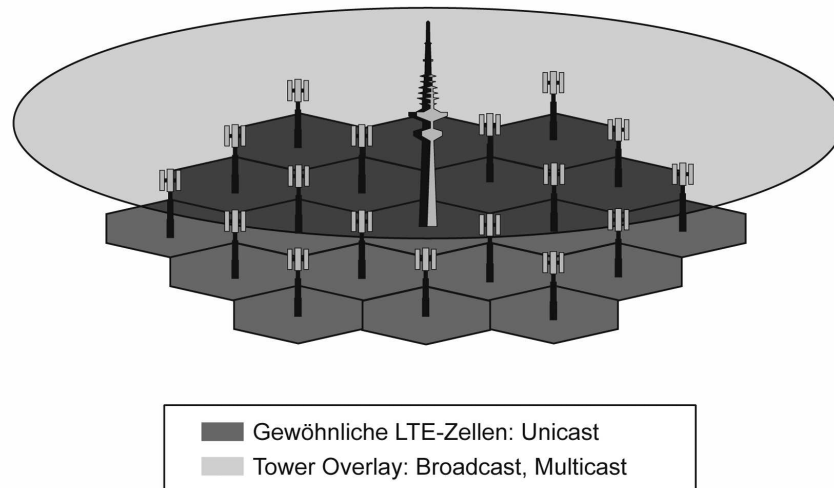


Abbildung 1: Tower Overlay über LTE-A+

ten. Im Jahresschnitt verstärkten so zu jeder Zeit etwa sechs Personen unsere Forschungskapazitäten, die im Personalverzeichnis des IfN nicht vermerkt sind.

4. Ein Tower Overlay zur Erweiterung zellularer Mobilfunknetze

Der Begriff „Tower Overlay over LTE-Advanced+“ (LTE: Long Term Evolution, die aktuellste Version der Mobilfunktechnik) beschreibt ein im Jahr 2011 gestartetes Forschungsfeld. Es zielt darauf ab, zellulare Mobilfunknetze durch Einbindung von Senderstrukturen, wie sie aus dem Broadcast bekannt sind, insbesondere von Live-Video, zu entlasten und gleichzeitig die damit verbundenen Betriebskosten zu reduzieren. Ein Sonderbeitrag auf Seite 100 erläutert die Hintergründe für unsere Erfindung. **Abbildung 1** zeigt das Konzept [JUR3], [JUR6], [JUR7], [JUR/REI1], [JUR/REI2].

Die Mobilfunknetzbetreiber übertragen Videosignale bisher innerhalb tausender Netzzellen für jeden Nutzer einzeln. Dabei erfordern die zur Darstellung zum Beispiel auf Tablet PCs mit ihren hochwertigen Displays adäquaten Datenraten (z. B. 1,4 Mbit/s) einen erheblichen Anteil der in einer Zelle verfügbaren Kapazität [MA 13/015]. Um hier zu effizienteren Lösungen zu gelangen, wählten wir den derzeit leistungsfähigsten Mobilfunkstandard (LTE-A) als Basis und überlagern die Zellen dieses Mobilfunksystems mit einem „Tower Overlay“. Der Arbeitsname LTE-A+ resultiert aus der Tatsache, dass zur Realisierung unserer Lösung der existierende Standard LTE-A an wenigen Stellen erweitert werden muss.

Um den „Tower Overlay“ in das bereits bestehende Mobilfunknetz einzubinden, bedienen wir uns eines bereits bei LTE-A definierten Mechanismus’ namens

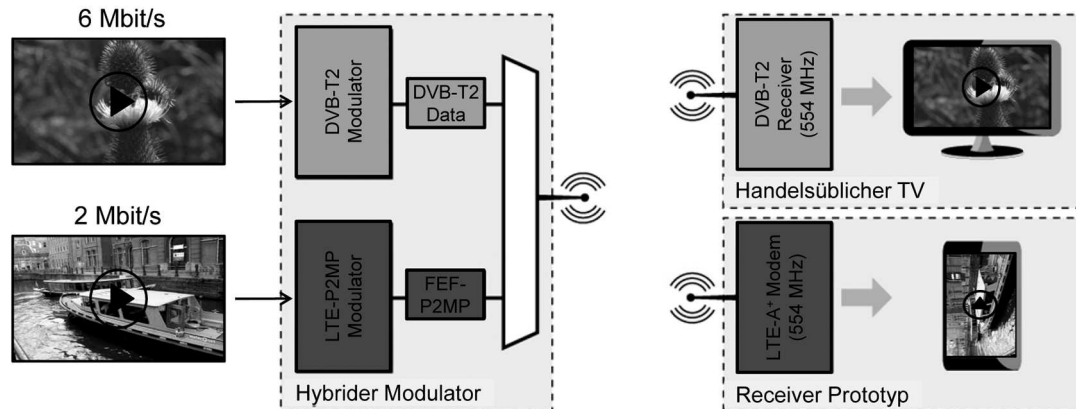


Abbildung 2: Aufbau des „Tower Overlay“-Demonstrators

„Carrier Aggregation“, welcher entwickelt wurde, um dem LTE-A-System die Nutzung eines breiten Übertragungskanal zu ermöglichen, welcher allerdings aus mehreren Frequenz-Abschnitten zusammengefügt wird. Einer dieser Frequenzabschnitte wird in unserem System für den „Tower Overlay“ genutzt. Die dem „Tower Overlay“ hinterlegte Übertragungstechnik ist DVB-T2. Die Übertragung LTE-A+-kompatibler Signale mittels DVB-T2 wird durch die bei DVB-T2 vorgesehenen „Future Extension Frames (FEF)“ ermöglicht, die beliebige Signalformen – in unserem Fall das LTE-A+-Signal – enthalten können [JUR5]. Durch die Wahl von DVB-T2 lassen sich die in vielen Ländern bereits existierenden Rundfunkinfrastrukturen weiter nutzen, deren Frequenzzuweisungen ja sowohl national als auch international bereits koordiniert sind.

Diese Idee bildete die Grundlage für die Entwicklung eines Demonstrators, mit dem die Machbarkeit des Konzeptes bewiesen werden konnte (**Abbildung 2**).

Der Demonstrator besteht aus einem hybriden DVB-T2- bzw. LTE-Modulator, der das DVB-T2/LTE-Zeitmultiplex-Signal erzeugt und in einem TV-Kanal bei 554 MHz ausstrahlt. Die für die beiden Signalanteile zur Verfügung stehenden Zeitbereiche lassen sich dabei flexibel, je nach Anforderung an die jeweilige Datenrate, variieren. Um zu beweisen, dass DVB-T2 von unserer Erweiterung nicht negativ beeinflusst wird, zeigt ein handelsüblicher und nicht modifizierter DVB-T2-Fernsehempfänger ein in diesem TV-Kanal übertragenes TV-Programm in HDTV-Qualität. Das mit dem LTE-Anteil des Signals übertragene Video wird mit Hilfe eines am IfN entwickelten LTE-A+-Endgeräte-Prototypen empfangen und auf einem Tablet PC dargestellt. Sowohl der hybride Modulator als auch der LTE-A+-Empfänger wurden als Software Defined Radio realisiert. Dabei waren vor allem die in früheren Jahren während der Entwicklung des mobilen Messempfängers für DVB-T2 gemachten Erfahrungen sehr

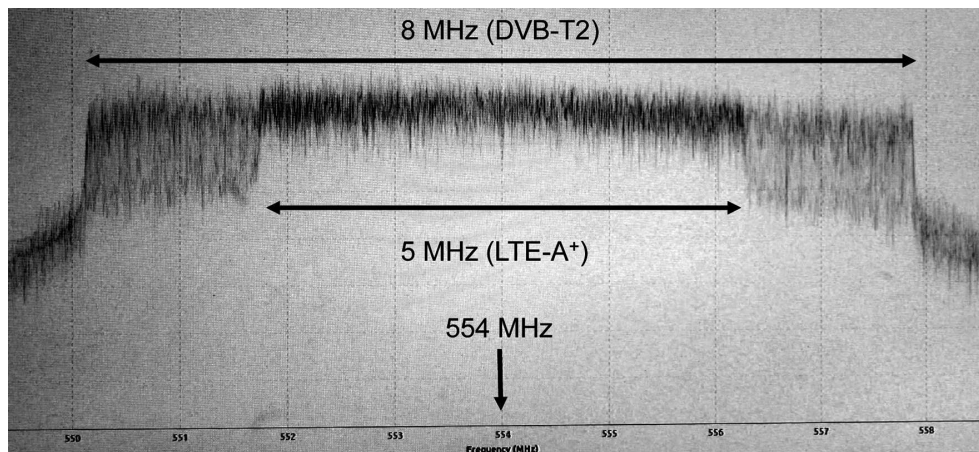


Abbildung 3: Spektrum des Zeitmultiplex aus DVB-T2 und LTE-A+

hilfreich, um die echtzeitfähige Signalverarbeitung auf Empfängerseite zu realisieren [ROT/ROB/SLI/ZÖL1], [ZÖL/ROB/ROT/SLI1].

Abbildung 3 veranschaulicht die gemeinsame Nutzung des TV-Kanals durch DVB-T2 und LTE. Als Bandbreite für das DVB-T2-Signal wurden die in Europa üblichen 8 MHz gewählt, der LTE-A+-Anteil besitzt dagegen eine Bandbreite von 5 MHz. Die Überlagerung der Spektren unterschiedlicher Bandbreite ist gut zu erkennen. Tatsächlich würde man in der Realität für den LTE-A+-Anteil vermutlich eine größere Bandbreite wählen, um das verfügbare Frequenzspektrum optimal zu nutzen – die für den Demonstrator gewählten Parameter gestatten aber eine besonders anschauliche Darstellung des Zeitmultiplex-Prinzips.

Das Konzept des „Tower Overlay over LTE-A+“ wird innerhalb des Technical Module (TM) des DVB-Projektes von der von unserem Mitarbeiter Jan Zöllner geleiteten DVB Study Mission mit dem Titel „TM-CSU (Cooperative Spectrum Use)“ als eine Möglichkeit zur Realisierung von Systemen betrachtet, die das Frequenzspektrum kooperativ nutzen [JUR1], [JUR2], [JUR/ILS1]. Eine weitere im DVB-Projekt betrachtete Möglichkeit ist:

5. Dynamic Broadcast

Unter dem Oberbegriff „Dynamic Broadcast“ fassen wir ein im Jahr 2010 gestartetes Forschungsfeld zusammen, dessen zentrales Ziel die Dynamisierung des Daten-, Hör- und Fernsehrundfunks ist [ZÖL/NEU1]. Hier gehen wir davon aus, dass neben einem klassischen Rundfunk-Übertragungsweg ein Breitbandnetz als alternativer Übertragungsweg für Fernsehinhalte zur Verfügung steht. Die Empfangsgeräte sind zudem mit einem Datenspeicher ausgestattet, der das Aufzeichnen vieler Stunden Programmmaterial erlaubt. Dabei obliegt die Ver-

waltung der lokalen Speicherkapazität nicht allein dem Nutzer, sondern es wird vielmehr ein Teil dieser Ressourcen dazu verwendet, um die zeitversetzte Zustellung von Programminhalten zu ermöglichen. Zum einen ermöglicht dies die Vorabübertragung von Programminhalten, die nicht „live“ gesendet werden müssen, zum anderen kann die wiederholte Ausstrahlung von Sendungen vermieden werden, wenn diese während der Erstaussstrahlung aufgezeichnet und für die spätere Wiedergabe vorgehalten werden. Die Entscheidung, ob als Empfangsweg „Rundfunk“ oder „Breitband“ genutzt werden soll, wird in Dynamic Broadcast von einem zentralen Netzwerkelement, der „Decision Logic“, getroffen. Wird zum Beispiel eine möglichst kosteneffiziente Programmübertragung angestrebt, so ist die Rundfunkübertragung einer TV-Sendung dann sinnvoll, wenn eine große Zuschauerzahl erwartet werden kann. Umgekehrt sind TV-Inhalte, die nur von wenigen gesehen werden, kosteneffizienter über das Breitbandnetz zu den Endgeräten zu übertragen. Dynamic Broadcast ermöglicht es darüber hinaus aber auch, die Programmübertragung hinsichtlich anderer Parameter, wie etwa dem Energieverbrauch, zu optimieren. Zudem wird eine effizientere Nutzung des terrestrischen Funkspektrums möglich, da das Fernsehspektrum nicht mehr dauerhaft und vollständig durch die Primäranwendung „Fernsehübertragung“ belegt ist. Stattdessen werden Frequenzbänder dynamisch freigegeben und zum Beispiel für Betreiber drahtloser Internetdienste nutzbar [ZÖL/NEU1].

Die Arbeiten von Herrn Palka konzentrierten sich auf Aspekte der dynamischen Spektrumsnutzung in einem Dynamic-Broadcast-System [PAL1]. Die Frequenzbelegungen sind in Dynamic Broadcast nicht wie in traditionellen Rundfunksystemen statisch, sondern sie sind zeitlichen Änderungen unterworfen. Dynamisch frei werdende Frequenzressourcen können dazu genutzt werden, Übertragungskapazitäten für sekundäre Kommunikationsanwendungen, wie etwa mobile Internetdienste per WiFi, zu schaffen. Diese „dynamischen TV White Spaces“ stehen dann zusätzlich zu den ohnehin vorhandenen statischen Lücken im TV-Spektrum zur Nutzung durch Dritte zur Verfügung. Eine Abschätzung der Menge verfügbar werdender Ressourcen wurde im Berichtszeitraum vorgenommen. Hierbei wurde insbesondere auf realistische Kompatibilitätsannahmen der White-Space-Systeme und der TV-Empfänger, die in denselben bzw. in direkt benachbarten Frequenzbändern betrieben werden sollen, geachtet. Als wesentliche Einschränkung bei der Nutzung von White-Space-Systemen stellten sich Nachbarkanalstörungen heraus, d. h. Interferenzen von White-Space-Geräten, die in TV-Empfänger einkoppeln, obwohl diese auf benachbarten Kanälen betrieben werden. Dynamische TV White Spaces können gezielt eingesetzt werden, um größere Frequenzabstände zwischen den Systemen zu ermöglichen, als dies im statischen Fall möglich wäre. Der Kapazitätsgewinn konnte anhand von Fallstudien aufgezeigt werden. Besonders deutlich wird der Gewinn, wenn White-Space-Systeme eine größere Systembandbreite verwenden als der Rundfunk. In dem 8-MHz-Raster des terrestrischen Fernsehens kann die temporäre Abschaltung eines einzigen TV-Kanals einen sehr großen kontinuierlichen White-Space-

Bereich schaffen, von dem die genannten White-Space-Geräte (z. B. WiFi-Geräte mit einer Bandbreite von 20 MHz) profitieren können. Im Rahmen seiner Masterarbeit untersuchte Herr Ilse erstmalig für die White-Space-Nutzung geeignete Verfahren zum Spectrum Sensing von DVB-T2-Signalen [ILS/PAL1]. Unter Spectrum Sensing versteht man in diesem Zusammenhang die autonome Detektion von TV-Signalen durch White-Space-Geräte mit dem Ziel, „freies Spektrum“ zu identifizieren. Speziell auf DVB-T2-Signale zugeschnittene Verfahren wurden hierfür entwickelt und evaluiert.

Herr Neumann ist für die Technik der Endgeräte im Dynamic Broadcast verantwortlich [MA 13/002]. Um diese zu optimieren, bedarf es vielfältiger Erkenntnisse über das Zuschauerverhalten, denn die Geräte sollten dieses idealerweise algorithmisch prognostizieren können. So wurde im Berichtszeitraum ein Feldversuch zur Erfassung von TV-Nutzungsdaten in realen Haushalten durchgeführt und abgeschlossen. Mit Hilfe modifizierter Set-Top-Boxen, die freiwillig an unseren Untersuchungen teilnehmende Probanden zum Fernsehen nutzten, wurde dazu das Ein- und Umschaltverhalten gemessen [BA 13/707], [BA 13/709]. Die gewonnenen Messdaten werden daher bei der Entwicklung eines Algorithmus zur Prädiktion des Nutzerverhaltens verwendet, wo sie jeweils in Teilen sowohl als Trainings- als auch als Testdaten zum Einsatz kommen. Die Anwendung des Verfahrens im Kontext von Dynamic Broadcast soll es ermöglichen, Programminhalte gezielt vorab übertragen zu können, so dass im Sinne einer kostengünstigen und energieeffizienten zeitversetzten Übertragung nur diejenigen Inhalte lokal zwischengespeichert werden, die für die Zuschauerin oder den Zuschauer voraussichtlich von Interesse sind.

Gegenstand aktueller Forschung sind zudem verschiedene Fragestellungen zum Energieverbrauch zukünftiger Endgeräte. Unter Verwendung der Ergebnisse wurde ein Anforderungsprofil für eine energieeffiziente Set-Top-Box für Dynamic Broadcast konzipiert. Auch in diesem Zusammenhang ist das Nutzerverhalten von Interesse, da es maßgeblichen Einfluss auf den Energieverbrauch der Empfänger hat. Im Gegensatz zum klassischen linearen Fernsehen ist aber allein die Kenntnis der Zeit, während derer das Endgerät bewusst eingeschaltet wird, nicht ausreichend zur Bestimmung des Verbrauchs. Grund dafür ist, dass Endgeräte für Dynamic Broadcast u. U. auch ohne Kenntnis der Nutzerin oder des Nutzers im Betrieb sind. Dies ist zum Beispiel dann der Fall, wenn TV-Inhalte in der Nacht vorab übertragen werden. Daraus ergibt sich ein weiterer Aspekt der Nutzerforschung, der die Modellierung des Nutzerverhaltens für verschiedene Nutzertypen zum Ziel hat, so dass die Bestimmung eines nutzertypspezifischen Energiebedarfs möglich wird. Auch hierfür kommen die in den Probanden Haushalten erfassten Messdaten zum Einsatz. Erste Untersuchungen zielten dabei auf die Analyse der Daten zur Identifikation nutzungsspezifischer Kenngrößen. Dabei konnten charakteristische Unterschiede zwischen einzelnen Nutzern, cha-

rakterisiert durch die tägliche (bewusste) Einschaltzeit und die genutzte Programmvielfalt nachgewiesen werden [BA 13/706].

Dynamic Broadcast ist eine der im DVB-Projekt betrachteten Optionen für „Co-operative Spectrum Use“. Im Rahmen der Arbeiten der Study Mission TM-CSU (s. o.) hat Herr Neumann Einführungsszenarien für Dynamic Broadcast auf der Basis verschiedener Endgeräte-Klassen definiert [NEU1], [NEU2].

Herr Qi setzte die Forschung im Bereich des Playouts für Dynamic Broadcast fort. Er entwickelte u. a. ein heuristisches Optimierungsverfahren für die Sendeplanoptimierung auf Basis von Particle Swarm Optimization [BA 13/501], [QI2]. In einer Masterarbeit [MA 13/009] entstand eine komplette Simulationsumgebung für Dynamic Broadcast. Sämtliche Daten über das Zuschauerverhalten, die Eigenschaften der Übertragungsnetze (Broadcast bzw. Broadband) und die Arten von Fernsehprogrammen können emuliert werden, so dass die Leistungsfähigkeit des Optimierungsverfahrens durch vielfältige Simulationen getestet werden konnte. Das vorgeschlagene Verfahren erleichtert es, die aus Erfahrungen erworbenen Kenntnisse auf dem Feld der Sendeplanung in neuen Optimierungsprozessen zu berücksichtigen und schwierige Situationen mit vielen Variablen effektiv zu beherrschen. Die entwickelten Datenstrukturen und Übertragungsmethoden für die Signalisierung des Sendepplans wurden in [QI/REI1] vorgestellt. Das Kernkonzept der Lösung liegt in der Trennung von Programmplan (wann welche Sendung dem Zuschauer präsentiert werden soll) und Übertragungsplan (wann und wie eine Sendung zu den Endgeräten übertragen wird). Eine konzeptionelle Darstellung der vorgeschlagenen Datenstruktur zeigt **Abbildung 4**. Diese Struktur ermöglicht eine effiziente Übertragung der Signalisierungsinformationen, da die verschiedenen Arten der Information voneinander entkoppelt sind und die Aktualisierung der häufig veränderten Informationen unabhängig von längerfristig gültigen erfolgen kann. Zurzeit wird dieses Signalisierungsverfahren in einer Masterarbeit implementiert und anschließend evaluiert.

Die in heutigen Fernseh-Playoutzentren stattfindenden Prozesse wurden ebenfalls untersucht. In [QI1] werden Anwendungsfälle für das dynamische Playout analysiert und Vorschläge zu den notwendigen Anpassungen der eingesetzten Geräte und Prozesse präsentiert. Ein neues, auf der Service Oriented Architecture (SOA) basierendes, Dynamic-Playout-System wird derzeit entwickelt. Der Datenaustausch zwischen den Komponenten sowie die Ansteuerung der Automationsgeräte werden alle durch SOAP-Nachrichten (Simple Object Access Protocol) realisiert. In diesem neuen System können die für Dynamic Broadcast charakteristischen Funktionskomponenten, wie z. B. die Decision Logic und die Signalisierung, reibungslos mit den bestehenden Komponenten fusioniert werden. Die Implementierung dieses Systems in Form eines Demonstrators ist in Arbeit.

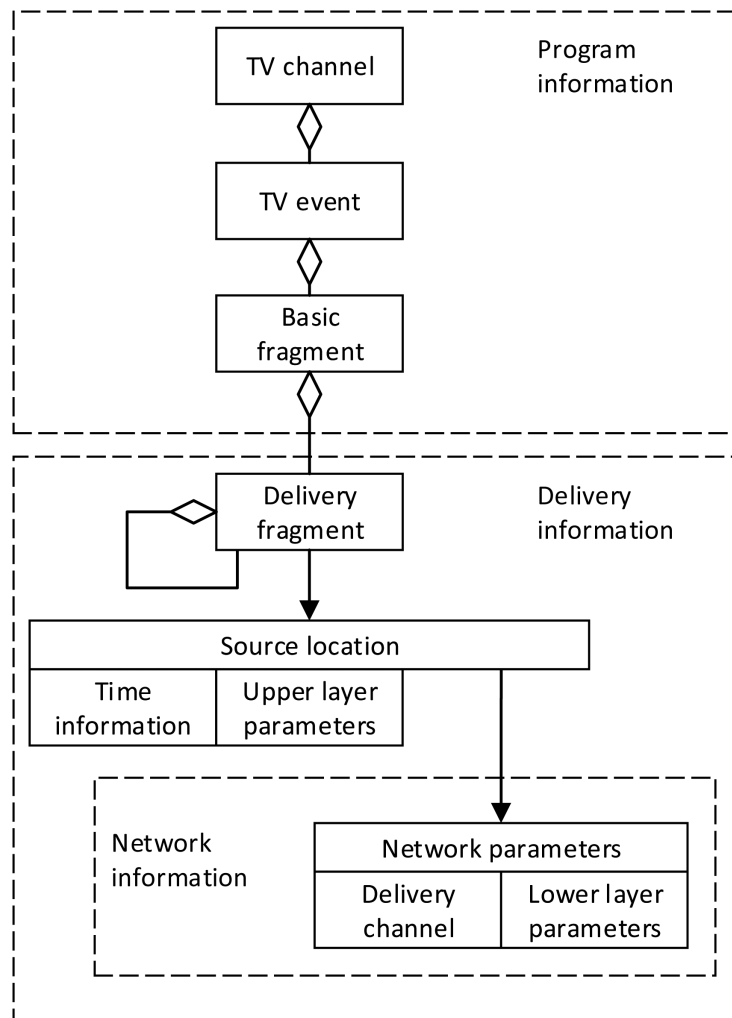


Abbildung 4: Datenstruktur für die Signalisierung in Dynamic Broadcast

6. Digitalfernseh-Systeme der nächsten Generation (ATSC 3.0, DVB-T2, DVB-NGH)

Herr Zöllner arbeitet im Rahmen eines gemeinsamen Forschungsprojektes mit Sony aktiv an der Entwicklung der nächsten Generation der Systeme des Broadcast. Im Anschluss an die erfolgreiche Entwicklung von DVB-T2, das in zahlreichen Ländern der Erde bereits in Betrieb ist, wurde mit DVB-NGH – der Next Generation Handheld – ein noch leistungsfähigeres Übertragungssystem für den Mobilempfang von Broadcastsignalen realisiert [ZÖL1], [ROB/ZÖL1].

Im Anschluss an die Fertigstellung von DVB-NGH konzentriert sich Herr Zöllner nun – wieder in Kooperation mit Sony – auf die Systementwicklung von ATSC 3.0. Dabei wird für den nordamerikanischen Raum ein Nachfolgesystem für das bestehende terrestrische Rundfunksystem ATSC gesucht. Dafür wurde

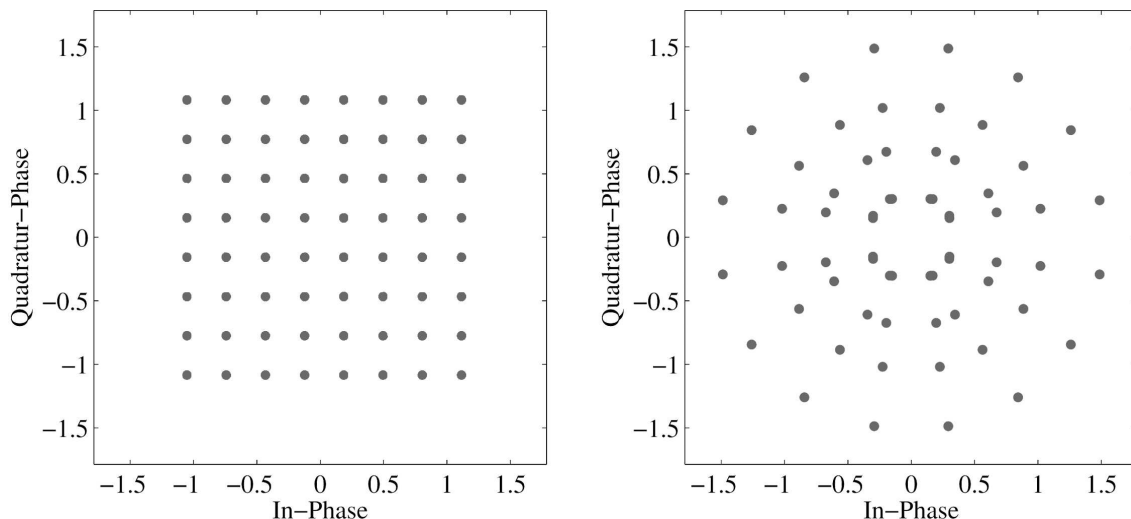


Abbildung 5: Klassische Konstellation einer 64-QAM (links) im Vergleich zu einer ungleichmäßigen 64-QAM (rechts), optimiert für einen Störabstand (SNR) von 11 dB

gemeinsam mit Sony und Samsung ein Systemvorschlag ausgearbeitet, in den die gesammelten Erfahrungen aus der DVB-NHG-Systementwicklung eingeflossen sind [ZÖL4]. Ein wichtiger Teil des Systemvorschlags sind dabei ungleichmäßige QAM-Konstellationen, die gegenüber den bisher bei DVB-T2 verwendeten gleichmäßigen QAM-Konstellationen im Zusammenspiel mit den hocheffizienten Fehlerschutzmechanismen Gewinne von über einem dB ermöglichen und den verbleibenden Abstand zur theoretischen Shannon-Grenze weiter verringern (**Abbildung 5**) [ZÖL3]. Seit Oktober 2013 werden die von verschiedenen, meist internationalen, Gruppierungen eingereichten ATSC 3.0-Systemvorschläge bzgl. ihrer Leistungsfähigkeit untersucht. Im Laufe der nächsten zwei Jahre wird aus den vorgeschlagenen Konzepten das endgültige ATSC-3.0-System entwickelt.

Die Entwicklung von ATSC 3.0 hat dabei unmittelbaren Bezug zu den Aktivitäten des Konsortiums FOBTv (Future of Broadcast Television), in welchem eine Konvergenz der verschiedenen internationalen Rundfunkstandards angestrebt wird. Um diese zu erreichen, wurde in einem ersten Schritt eine Sammlung von Anwendungsszenarien, sogenannten Use Cases, für ein zukünftiges globales Rundfunksystem erstellt. An dieser Sammlung hat sich das IfN als Mitglied von FOBTv mit dem Vorschlag gleich mehrerer Use Cases beteiligt. Die resultierende Use-Case-Sammlung von FOBTv soll auch als Vorgabe bei der Systementwicklung von ATSC 3.0 berücksichtigt werden. Auf Grundlage der gesammelten Use Cases werden derzeit in mehreren Untergruppen von FOBTv für zukünftige Broadcast-Systeme in Frage kommende Algorithmen untersucht. Im Ergebnis soll eine Empfehlung verabschiedet werden, die auch auf die Entwicklung von ATSC 3.0 Einfluss haben dürfte.

Auf Basis einer Entscheidung der Weltrundfunkkonferenz (WRC) 2012 ist davon auszugehen, dass die WRC 2015 den bisher allein für den TV-Broadcast genutzten 700-MHz-Bereich innerhalb des UHF-Spektrums für die koprimäre Nutzung durch Rundfunk- und Mobilfunksysteme freigeben wird. Aus dieser Entwicklung resultieren vielfältige Diskussionen über die Zukunft des Broadcast, aber auch über die zukünftige Nutzung des terrestrischen Frequenzspektrums [REI1], [REI2], [REI4], [REI5], [REI6], [REI7], [REI8], [PAL3], [PAL5]. Das Institut für Nachrichtentechnik spielt in diesen Diskussionen, gerade auch durch seine Entwicklungen des „Tower Overlay over LTE-A+“ und des „Dynamic Broadcast“ eine wichtige Rolle. Besonders hervorzuheben ist die im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie von den Kollegen der Abteilungen Mobilfunksysteme und Elektronische Medien gemeinsam erarbeitete und am 29. Januar 2013 in Berlin vorgestellte Studie, in der die zukünftigen Frequenzbedarfe aller relevanten Nutzer im UHF-Bereich (470 bis 790 MHz) untersucht und Vorschläge für die zukünftige Spektrums-Nutzung entwickelt wurden [IFN], [KÜR/REI1], [PAL2], [PAL4], [REI3].

Die von der WRC 2015 erwartete Entscheidung ist ein Hintergrund dafür, dass im DVB-Projekt zu Beginn des Jahres die Study Mission (TM-CSU) unter der Leitung von Herrn Zöllner gegründet wurde. Im Rahmen der Study Mission werden Ansätze untersucht, die eine kooperative Nutzung des terrestrischen Spektrums insbesondere durch Rundfunk- und mobile Breitbandsysteme ermöglichen [ZÖL2]. Das Ziel dieser Ansätze ist eine Spektrums- und Kosten-effiziente Übertragung von Medieninhalten. Um diese Ziele zu erreichen, werden verschiedene Freiheitsgrade der kooperativen Spektrums-Nutzung untersucht. Mögliche Freiheitsgrade sind dabei die Nutzung der gleichen Funkressourcen für unterschiedliche Dienste zu unterschiedlichen Zeiten, die Nutzung der gleichen Funkressourcen für unterschiedliche Dienste in unterschiedlichen Regionen sowie die Unterstützung von Mobilfunknetzen mit Hilfe von Rundfunkinfrastruktur. Beispiele für solche Ansätze sind „Tower Overlay“-Netze oder „Dynamic Broadcast“ [ZÖL/NEU1]. Neben den technisch möglichen Ansätzen für eine kooperative Spektrums-Nutzung werden auch die notwendigen Rahmenbedingungen untersucht. Beispiele hierfür sind regulatorische Voraussetzungen, die Situation der terrestrischen Frequenznutzung in Europa und mögliche Use Cases. Die Arbeit der Study Mission wird voraussichtlich Ende 2013 beendet sein und in Form eines Abschlussberichtes für das DVB Technical Module dokumentiert werden.

Frau Slimani, die derzeit in Elternzeit ist, widmete sich im Berichtsjahr weiterhin der Optimierung des Empfangs von DVB-T2 im schnell fahrenden Fahrzeug. Im Mittelpunkt ihrer Arbeiten stand die Optimierung des am IfN mittels eines Software-Defined-Radio-Ansatzes entwickelten Mobilempfängers, der es gestattet, DVB-T2-Signale auch bei schneller Fahrt zu empfangen und zu dekodieren. U. a. hat sie unterschiedliche Diversity-Verfahren untersucht und sie an das DVB-T2-System angepasst. Außerdem hat sie sich mit der Implemen-

tierung von geeigneten ICI-Cancellation-Algorithmen (ICI: InterCarrier Interference) auseinandergesetzt. Auch in ihrer Dissertation widmet sie sich diesem Thema [SLI/ROB/SCHL/ZÖL1].

7. Technik der Hybrid-Fibre-Coax-(HFC-)Netze

Die Arbeiten von Herrn Hasse konzentrierten sich auch im Berichtszeitraum auf die Validierung und Verifikation des DVB-C2-Standards, für die er innerhalb des DVB-Projektes, genauer in der ad-hoc-Gruppe TM-C2 des DVB Technical Module, verantwortlich zeichnete. Unser Projektpartner bei diesen Arbeiten war die Kabel Deutschland GmbH (KDG). Nachdem Herr Hasse zum 1. Juli 2013 in ein Industrieunternehmen wechselte, beendeten wir unsere Arbeiten auf dem Gebiet der HFC-Netze. Dieses Forschungsfeld hatte eine nahezu 20-jährige Tradition und begann mit unseren Beiträgen zur Entwicklung des Systems DVB-C, die von Dr. Jaeger ab Oktober 1993 geleistet worden waren.

8. Einbeziehung der Bürgerinnen und Bürger in die Energiewende mittels informationstechnischer Systeme

Nach der Reaktorkatastrophe in Japan beschloss die Bundesregierung, den Atomausstieg bis zum Jahr 2022 umzusetzen und damit die Energiewende zu beschleunigen. Unserer Ansicht nach können die Ziele der Energiewende jedoch nur erreicht werden, wenn auch die Bürgerinnen und Bürger eingebunden werden und selbst aktiv werden können. Der effizientere Einsatz von Energie ist dabei eines dieser Ziele. Durch steigende Energiepreise besteht bei vielen Bürgerinnen und Bürgern bereits die Motivation, ihren Energieverbrauch zu senken. Allerdings müssen sie dafür erkennen können, durch welche Maßnahmen bzw. Verhaltensänderungen dies erreicht werden kann. Herr Walz erforscht daher, wie Bürgerinnen und Bürger mit Hilfe von informationstechnischen Systemen einen Einblick in ihren Energieverbrauch gewinnen können. Durch direkte Handlungsempfehlungen sollen sie dabei in die Lage versetzt werden, Energie-sparpotentiale zu identifizieren und zielführende Maßnahmen zu ergreifen.

Mit modernen, sogenannten „intelligenten“ Stromzählern kann die insgesamt genutzte Energie eines Haushalts zwar dargestellt werden, Rückschlüsse auf einzelne Geräte und auf das eigene Verhalten sind für Bürgerinnen und Bürger jedoch nur erst begrenzt möglich. Im Rahmen einer Masterarbeit wurde deshalb ein erster Prototyp eines Energie-Geräte-Erkenners entwickelt, der den Verbrauch einzelner Geräte aus einem Gesamtverbrauch separiert [MA 13/008]. Einen nennenswerten Einfluss auf das Nutzungsverhalten können solche und ähnliche Analysen jedoch nur liefern, wenn sie den Bürgerinnen und Bürgern geeignet aufbereitet und gemeinsam mit passenden Handlungsempfehlungen dargestellt werden. Zurzeit wird daher im Rahmen einer Masterarbeit an einer

Nutzerunterstützung in Form der Smartphone-Anwendung „tubs.ENERGY“ gearbeitet. Die hierbei ins Auge gefasste Zielgruppe ist nicht der private Haushalt, sondern es sind die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der Technischen Universität Braunschweig. Vor dem Hintergrund der steigenden Kosten für die Energie wird an unserer Universität im Rahmen eines Projektes unter Leitung des hauptberuflichen Vizepräsidenten Dietmar Smyrek und von Prof. Reimers in seiner Funktion als Vizepräsident eine Energiekostenbudgetierung eingeführt. Herr Walz ist in dieses Projekt intensiv eingebunden und hat unter anderem die Aufgabe des Energienutzungskoordinators für unser Institutsgebäude. Zu der Entwicklung der Website für die Energieberatung der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der Universität hat Herr Walz maßgeblich beigetragen. Auch ein Konzept für eine Energieberatung per Smartphone wurde in einer Masterarbeit erstellt [MA 13/007]. Zusätzlich wurde eine Smartphone-Anwendung zur Steuerung einer Multimediaanlage entwickelt, die den Energieverbrauch der gesamten Anlage anhand statischer Einzelverbräuche errechnet und für die Nutzerin bzw. für den Nutzer visualisiert [BA 13/703]. Schließlich wurde der Fragestellung nachgegangen, ob Beleuchtungssysteme mit Bewegungsmeldern durch eine dynamische Nachlaufzeit energiesparender ausgelegt werden können als bisher [BA 13/710].

9. Arbeiten des IT-Serviceteams

Das IT-Serviceteam, bestehend aus den Herren Schlegel und Gudat, widmete sich im Berichtszeitraum diversen kleinen Projekten, hauptsächlich aber den vielfältigen laufenden Arbeiten. Zu diesen Arbeiten gehörten die Aktualisierung der Hardware und Software diverser Rechner, Reparaturen, Wartungsarbeiten und die Systemadministration. Für die Abteilung für Signalverarbeitung waren mehrere elektronische Schaltungen zu entwickeln und aufzubauen.

Im IfN-Gebäude wurde im Rahmen von umfangreichen Baumaßnahmen, die sich über den gesamten Sommer und bis in den Herbst hinein erstreckten, die gesamte LAN-Verkabelung auf den Stand Gigabit Ethernet gebracht. Das IT-Serviceteam war an der Planung des Ausbaus beteiligt und konnte während der Baumaßnahmen einen reibungslosen Betrieb der umfangreichen IT-Infrastruktur sicherstellen.

Herr Schlegel hat seit Beginn des Jahres 2013 den Posten des Sicherheitsbeauftragten von Herrn Dr. Märgner übernommen.

Abteilung Signalverarbeitung für die Verkehrsinformationstechnik (Fingscheidt)

1. Forschungsfelder der Abteilung

Die Abteilung Signalverarbeitung arbeitet in den beiden Forschungsfeldern Sprach- und Audiosignalverarbeitung sowie Mustererkennung.

Im Bereich der Sprach- und Audiosignalverarbeitung erforschen wir Verfahren zur Störgeräuschreduktion, akustischen Echokompensation, künstlichen Sprach-Bandbreitenerweiterung, zum Beamforming und den dazugehörigen Qualitätsmessverfahren. Die Anwendungsbereiche reichen von der Fahrzeug- und Office-Kommunikation über Hörgeräte, Überwachungstechnologien und Freisprechsysteme bis hin zu Gateways und Mobiltelefon-Chipsets. Ein weiteres Arbeitsgebiet stellt die Grundlagenforschung auf dem Gebiet der automatischen Spracherkennung sowie an effizienten und robusten Verfahren zur Sprach- und Audio-Codierung und -Decodierung dar.

Im Bereich der Mustererkennung forschen wir im Kontext der Dokumentverarbeitung an Verfahren zur arabischen Handschrifterkennung und Schreiberklassifikation. Weiterhin entwickeln wir Modelle für Komponenten des EKP (ereigniskorrelierte Potentiale) und erforschen die Hypothese des sog. Bayesian Brain.

2. Projekte

Im Berichtsjahr wurde das Projekt mit der Siemens Audiologische Technik GmbH in Erlangen (Projekt SHARE++) zu einem vorläufigen Ende gebracht: Hier wurden Verfahren entwickelt und verfeinert, die die Sprachaktivität eines bestimmten Sprechers in einer Mehrsprecher-Situation detektieren.

Weiterhin wurde mit dem European Media Laboratory (EML) in Heidelberg im Rahmen des von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) geförderten Erkenntnistransferprojektes ASTABET weiter an der Offline-Bandbreitenerweiterung schmalbandiger Telefonsprachdatenbanken für das Training automatischer Erkenner für breitbandige Sprachsignale gearbeitet.

Im Rahmen unseres internationalen DFG-Projektes HADARA mit Partnern aus Israel und Palästina forschen wir im Bereich der arabischen historischen Dokumentanalyse. Diesjährige Projektschwerpunkte waren die Handschrifterkennung und die Schreiberklassifikation.

Unser internes Projekt zum weiteren Aufbau eines mit dem Institut elenia gemeinsam betriebenen Fahrzeuglabors für Forschungsthemen rund um die The-

men Infotainment und Elektromobilität ist nach länger andauernden Infrastrukturmaßnahmen nun zu einem vorläufigen Abschluss gelangt.

Im Berichtszeitraum wurde eine Reihe neuer Projekte eingeworben und bereits mit der Arbeit begonnen:

Zum einen sind uns DFG-Mittel aus dem sog. Zukunftsfonds der Technischen Universität Braunschweig zuerkannt worden, um im Bereich der EKPs Signalmodele zur Vorhersage der überraschten Reaktion einer Testperson zu entwickeln.

Weiterhin wurden uns zwei Projekte aus dem Förderprogramm Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand (ZIM) des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie zuerkannt: In einem Projekt mit der Firma Pan Acoustics GmbH in Wolfenbüttel entwerfen wir Lösungen für ein kombiniertes Lautsprecher- und Mikrofonarray mit der besonderen Herausforderung einer akustischen Echokompensation bei extrem widrigen Pegelbedingungen.

In dem ZIM-Projekt „Audioradar“ mit der Firma artec technologies AG in Diepholz staten wir Videoüberwachungssysteme mit Mikrofon-Beamformern aus und entwickeln eine Kamerasteuerung, die sich u. a. nach akustisch relevanten Ereignissen ausrichtet.

In einer Machbarkeitsstudie – beauftragt von der Fraunhofer-Gesellschaft in Erlangen – haben wir die Möglichkeit des Einsatzes unserer Technologie zur Sprach-Bandbreitenerweiterung unter Nutzung höherer Abtastraten untersucht.

Ein weiteres ZIM-Projekt konnten wir nach dem erfolgreichen ersten Förderprojekt mit der Auerswald GmbH in Cremlingen starten: Hier geht es um die neuartige Entwicklung einer Sprachsteuerung einer Voice-Mailbox auf einem Systemtelefon.

Im Rahmen des Förderprogramms „Hochschuldialog mit der Arabischen Welt“ des DAAD (Deutscher Akademischer Austauschdienst) konnten wir ein neues Projekt mit Tunesien starten, bei dem es um die Konzipierung eines Masterstudienganges Informations-Systemtechnik und die Bildung eines Universitätsnetzwerkes geht.

Schließlich konnte auf Vermittlung der iTUBS GmbH ein Projekt mit der NXP Software B.V. aus Eindhoven, Niederlande, eingeworben werden. Hier entwickeln wir eine künstliche Bandbreitenerweiterungs-Technik für Superwidebandsprache und untersuchen insbesondere auch die Erweiterung der Bandbreite zu tiefen Frequenzen hin.

3. Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter

Im Berichtszeitraum begrüßten wir als neue Mitarbeiter Herrn Peter Transfeld (Sprachsignalverarbeitung, seit 15.02.2013), Herrn Patrick Meyer (Sprachsignalverarbeitung, seit 15.10.2013) und Herrn Johannes Abel (Sprachsignalverarbeitung, seit 15.11.2013). Im Bereich der Sprach- und Audiosignalverarbeitung forschen darüber hinaus die Herren Bauer und Fodor, Frau Han sowie die Herren Jung, Pflug (bis 31.05.2013), Receveur und Yu (bis 31.03.2013). Mitarbeiter sind im Bereich der Mustererkennung der akademische Direktor Herr Dr. Märgner sowie die Herren Fecker, Kolossa und Pantke. Damit arbeiteten zum Ende des Berichtszeitraums in der Abteilung Signalverarbeitung neben Prof. Fingscheidt und weiterhin Frau Erichsen-Rua noch 12 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler mit.

Außerdem wurden wir bis April 2013 von dem Gastwissenschaftler Dr. Marte Ramirez-Ortegón von der Universidad Guadalajara/Mexiko unterstützt, der seit August 2013 eine Professur an der Universidad Juárez Autónoma de Tabasco/Mexiko innehat. Seit Juli 2013 arbeitet zudem Dr. Fouad Slimane von der Universität Fribourg/Schweiz als Gastwissenschaftler im Rahmen eines Postdoc-Aufenthalts bei uns. Zudem hatten wir den PhD-Studenten Anis Mezghani aus Sfax/Tunesien für einen Monat zu Gast.

Im Berichtszeitraum haben bei uns 7 Studierende eine Bachelorarbeit und 6 Studierende eine Masterarbeit abgeschlossen. Außerdem hat uns noch eine Vielzahl an studentischen Hilfskräften unterstützt.

4. Sprach- und Audiosignalverarbeitung

4.1 Sprachverbesserung und Sprachqualitätsmessung

Die Fokusgruppe „From/In/To Car Communication II“ (CARCOM) hat ihren Draft einer künftigen ITU-T-Empfehlung „SubSystem Requirements for Automotive Speech Services“ der Study Group SG12 zur weiteren Bearbeitung übergeben und damit ihre Mission erfüllt. Zuvor hat Herr Jung noch einen innovativen Beitrag zur dynamischen Vermessung von Freisprechsystemen im Kraftfahrzeug einbringen können. Während die bisherigen Empfehlungen P.1100 und P.1110 zur Emulation dynamischer Testbedingungen eine sich drehende Pappscheibe auf dem Beifahrersitz vorsahen, hat Herr Jung mit dem Studenten Lucca Richter eine dynamische Systemidentifikation mittels sog. perfekter Sweepssignale entwickelt, die sehr schnell zeitlich veränderlichen Systemen folgen kann und nun erstmals reproduzierbare Messungen erlaubt (siehe [BA 12/711] im Jahresbericht 2012). Die Arbeit wurde auf der ICASSP 2013 in Vancouver vorgestellt [JUN/FIN2] und mit zwei Best Paper Awards ausgezeichnet – siehe auch der Sonderbericht auf Seite 97.

Mit Abschluss der Beschaffung und des Aufbaus des Forschungsgroßgerätes „Mess- und Experimentalsystem Automobiltelekonferenz“ wurden die für den mobilen Einsatz bestimmten Komponenten des Großgeräts in das Forschungsfahrzeug integriert. Alle rein stationären Komponenten, die zum Beispiel für die Endgeräte- und Kanalsimulation einer VoIP-Telefonverbindung (Voice over Internet Protocol) benötigt werden, sind in einen Laborarbeitsplatz im gemeinsam vom IfN und dem Institut elenia genutzten Fahrzeuglabor integriert worden. Ebenfalls sind die baulichen Maßnahmen zur Ausgestaltung des Fahrzeuglabors mittlerweile abgeschlossen. Dabei wurden sowohl das Einfahrtstor komplett aufbereitet und die Elektroverteilschränke ersetzt und verschoben als auch die Maler- und Verputzarbeiten vollendet. Der offiziellen Einweihung Anfang 2014 steht nichts mehr entgegen.

Zum Betrieb von Algorithmen zur automotiven Sprachsignalverbesserung auf dem Forschungsgroßgerät hat Herr Jung mit Hilfe einer studentischen Arbeit ein echtzeitfähiges Framework für breitbandige automotiv Freisprechsysteme [MA 13/012] geschaffen. Somit ist es möglich, auf dem Rechenmodul des Großgeräts hochkomplexe Algorithmen zur Echokompensation und Störgeräuschunterdrückung zu entwickeln und in Echtzeit zu testen. Hierzu werden zuvor aufgenommene reale Störgeräuschdaten in Echtzeit mit Sprachsignalen aus einer Kunstkopf-Gesprächssimulation und mit Signalen eines fernen Gesprächsteilnehmers aus der Endgeräte- und Kanalsimulation gemischt, um ein realistisches Automobiltelekonferenz-Szenario zu erschaffen. Dabei muss nicht auf die Vorteile hoher Flexibilität und Reproduzierbarkeit verzichtet werden, die für einen Mess- und Experimentalplatz für Prototypen von Sprachverbesserungssystemen erforderlich sind.

Ein automotives Freisprechsystem mit HD-Voice-Funktionalität, also mit einer Sprachbandbreite von bis zu 7 kHz, hat Herr Jung für einen klassischen Mono-Telefonie-Fall veröffentlicht [JUN/FIN1]. Dieses Freisprechsystem eignet sich in besonderem Maße für den Einsatz in dem Forschungsgroßgerät. Einen entsprechenden Algorithmus für den Stereo-Fall, wie es beispielsweise bei Telekonferenzen oder bei gleichzeitigem Radiohören vorkommt, hat Herr Jung im Rahmen einer studentischen Arbeit [MA 13/017] untersucht und dazu eine Veröffentlichung eingereicht.

Im Berichtszeitraum entstand eine gemeinsame Veröffentlichung mit dem Department für Medizinische Physik und Akustik, Exzellenzcluster „Hearing for All“ der Carl von Ossietzky Universität in Oldenburg. Herr Fodor hat mit Prof. Dr.-Ing. Timo Gerkmann (Leiter der dortigen Arbeitsgruppe Sprachsignalverarbeitung) ein bestehendes Verfahren zur Sprachsignalverbesserung unter Berücksichtigung von Wahrscheinlichkeiten der Sprachaktivität (speech presence uncertainty, SPU) weiterentwickelt. SPU-Verfahren sind vom sog. A-posteriori-SNR abhängig und sind typischerweise von dessen zum Teil sehr starken Fluk-

tuationen beeinträchtigt. Das zugrundeliegende Referenzverfahren schlägt deshalb eine Mittelung des A-posteriori-SNRs vor. Dieses Referenzverfahren beruht jedoch auf einem konservativen statistischen Signalmodell, das in der neuen gemeinsamen Veröffentlichung durch eine realistischere Signalverteilung ersetzt wurde. Das neue Verfahren zeigt eine Verbesserung des Restgeräuschpegels und des Pegels des sog. Musical Noise. Die mathematisch recht anspruchsvolle Theorie und die Ergebnisse wurden im Rahmen einer Veröffentlichung zusammengefasst und eingereicht.

Eine große Herausforderung stellt nach wie vor die instrumentelle Qualitätsvorhersage für Verfahren zur künstlichen Sprach-Bandbreitenerweiterung dar. Hierzu haben Herr Bauer und Prof. Fingscheidt in Zusammenarbeit mit der TU Berlin, der RWTH Aachen sowie der Aalto-Universität in Helsinki/Finnland Sprachqualitätsvoten von Probanden mit verschiedenen instrumentellen Prädictionsmaßen verglichen [BAU/FIN3]. In Übereinstimmung mit [BA 13/708] wurden allerdings Rangordnungsprobleme und zu geringe Korrelationen nachgewiesen, so dass man auch zukünftig auf zeit- und kostenintensive subjektive Hörtests zurückgreifen muss. Um diese Problematik instrumenteller Sprachqualitätsmaße zukünftig in den Griff zu bekommen, haben Prof. Fingscheidt und Herr Bauer ein neuartiges Konzept zur referenzbasierten Qualitätsmessung erarbeitet [FIN/BAU1]: Es basiert auf der Nutzung einer ungestörten Referenz-Sprachdatei und zusätzlich auch einer phonetischen Transkription des Sprachsignals. Dies trägt der Tatsache Rechnung, dass Testpersonen in Hörtests ihr Qualitätsvotum erst geben, wenn sie bereits verstanden haben, was gesagt wurde. Die These, dass psychoakustisch relevante Verzerrungen auch phonetisch bewertet werden müssen, leitet sich u. a. aus der enormen Bedeutung des Lautes /s/ für die künstliche Sprachbandbreitenerweiterung ab.

4.2 Künstliche Sprachbandbreitenerweiterung

Durch umfangreiche Untersuchungen zur Sprachverständlichkeit beim Telefonieren in störrauschbehafteter Abhörumgebung konnte Herr Bauer zeigen, dass vor allem hörgeschädigte Menschen von einer künstlichen Sprachbandbreitenerweiterung profitieren [BAU/FIN1]. Auch Normalhörende haben dadurch Vorteile, wenn sie sich auf eine Fremdsprache konzentrieren müssen oder sich in sehr lauter Geräuschumgebung befinden. Der Verständlichkeitsgewinn im Vergleich zu schmalbandigen Telefonsprachsignalen ist hauptsächlich auf Frikative zurückzuführen, die wesentliche Energieanteile bei höheren Frequenzen aufweisen.

Im Rahmen einer studentischen Arbeit [BA 13/712] hat Herr Jung eine Demonstratorbox (**Abbildung 6**) entwickelt, die eine flexible Erforschung und Anwendung der künstlichen Bandbreitenerweiterung in Form eines Hardware-



Abbildung 6: Gerät zur flexiblen Demonstration der künstlichen Sprachbandbreitenerweiterung für Telefonie an verschiedenen Zuspieldgeräten

Zwischenmoduls (z. B. für Telefone) ermöglicht. Dabei steht ein besonders kurzer Portierungszyklus von der Algorithmen-Erforschung bis hin zum fertigen Demonstrator im Vordergrund. Auch weniger technikaffinen Nutzern ist es mit Hilfe dieser Box möglich, bestehende Telefonie- oder Audiohardware um das Feature der künstlichen Bandbreitenerweiterung zu ergänzen. Dabei werden nahezu alle Audiozuspieldgeräte unterstützt, da sowohl analoge als auch digitale Schnittstellen zur Verfügung stehen. Zusätzlich ist der Anschluss von schmal- oder breitbandfähigen Telefonen ohne Hardwareeingriff möglich.

Das DFG-Transferprojekt ASTABET in Kooperation mit den European Media Labs (EML) in Heidelberg wird von Herrn Bauer mittlerweile im zweiten Jahr bearbeitet; hier wird ein Spracherkenner mit offline künstlich bandbreitenerweiterten Sprachdaten trainiert. Die Prozesskette mit Training und Test sowohl der künstlichen Sprach-Bandbreitenerweiterung als auch der automatischen Spracherkennung ist mittlerweile vollständig aufgebaut. Nach ersten Grundlagenexperimenten zu rein schmal- und breitbandigen Referenzerkennern liegen nun auch Ergebnisse zu ersten Bandbreitenerweiterungs-Experimenten vor. Zum ersten Mal konnte dabei die Performanz der schmalbandigen Referenzerkenner leicht übertroffen werden.

Zur Verbesserung der Ergebnisse wurde die Bayes'sche Vorwärtsrekursion als Bandbreitenerweiterungs-Schätzformel zunächst durch eine Vorwärts-Rückwärts-Rekursion und schließlich durch einen Viterbi-Algorithmus ersetzt [MA 13/014]. Für den Fall, dass dem Bandbreitenerweiterungs-Testprozess keine phonetischen Transkriptionen zur Verfügung stehen, wurden zudem auf den

Laut /s/ spezialisierte Phonemerkenner auf Basis eines künstlichen neuronalen Netzes bzw. einer linearen Diskriminanzanalyse entwickelt [MA 13/001].

Im Rahmen der Machbarkeitsstudie für die Fraunhofer-Gesellschaft konnte Herr Bauer zeigen, dass die Bandbreitenerweiterung mit wenigen Modifikationen in der Lage ist, durch Erhöhung der Abtastrate von 16 kHz auf 32 kHz Sprach- und Musikschnale mit guter Qualität zu erzeugen [BAU/FIN2]. In einem Nachfolgeprojekt sollen die Forschungen von einem neuen Mitarbeiter weiter verfolgt werden.

4.3 Mikrofonarrays und Beamforming

Im Bereich der Störgeräuschreduktion mittels Mikrofonarrays und Beamforming forschte Herr Yu während seines mehr als fünfjährigen Aufenthalts bei uns in der Abteilung. Am 11.04.2013 hatte Herr Yu seine Dissertation eingereicht und die Promotionsprüfung am 05.07.2013 erfolgreich bestanden. Die Arbeit trägt den Titel „Post-Filter Optimization for Multichannel Automotive Speech Enhancement“.

Ein wesentlicher Fokus der Forschungsarbeiten von Herrn Yu lag auf der instrumentellen Optimierung eines Mikrofonarray-Postfilters in der Kfz-Umgebung. Rückblickend kann Herr Yu auf folgende wesentliche Beiträge verweisen: Zwei neuartige Postfilter zusammen mit deren Optimierung für verschiedene Fahrbedingungen wurden vorgestellt. Das erste Postfilter nutzt einen adaptiven Glättungsfaktor für die Schätzung der spektralen Leistungsdichte sowie eine hybride Geräusch-Kohärenzfunktion. Die hybride Geräusch-Kohärenzfunktion wird mittels der diffusen und der gemessenen Geräusch-Kohärenzfunktionen gebildet. Das zweite Postfilter verwendet einen neuen entscheidungsgesteuerten A-priori-SNR-Schätzer aufbauend auf zeitlicher und räumlicher Glättung. Beide Postfilter werden für unterschiedliche Fahrbedingungen instrumentell optimiert: Für das erste Postfilter werden der optimale adaptive Glättungsfaktor und die optimale hybride Geräusch-Kohärenzfunktion bestimmt. Für das zweite Postfilter werden die Gewichtungsfaktoren für die zeitlich und räumlich geglätteten Anteile optimiert. Im Vergleich zu Postfiltern nach dem Stand der Technik verbessern beide optimierten Postfilter die Performanz der Störgeräuschreduktion insgesamt erheblich.

Grundsätzlich ist das manuelle Auffinden einer optimalen Parametrierung eines Postfilters sehr zeitaufwendig. Herr Yu hat in seiner Arbeit eine sog. Figure of Merit (FoM) eingeführt. Anhand des Konzepts der FoM werden die zwei vorgestellten Postfilter instrumentell optimiert. Die FoM wird aus drei unabhängigen instrumentellen Qualitätsmaßen für die Messung der Qualität der Sprachkomponente, der Störgeräuschunterdrückungsleistung und der Häufigkeit von Musical Tones gebildet. Insbesondere wird ein gewichtetes Log-Kurtosis-Verhältnis

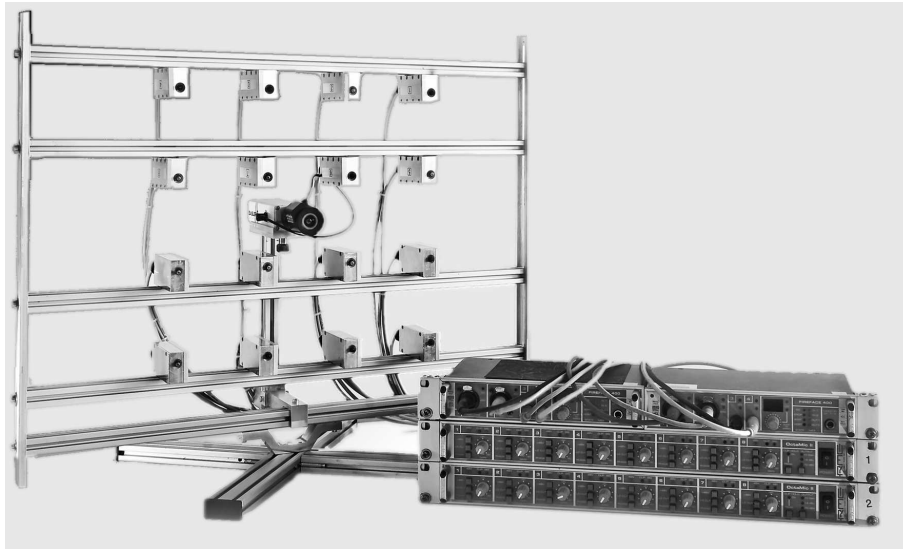


Abbildung 7: Mikrofonarray und Kamera für das Audioradar-Projekt

zur instrumentellen Bewertung der Musical Tones als Black-Box-Messverfahren vorgestellt, welches keine Kenntnisse der internen Variablen des Störgeräuschreduktionsverfahrens erfordert und für eine große Auswahl von Verfahren verwendbar ist. Subjektive Hörtests zeigen, dass das gewichtete Log-Kurtosis-Verhältnis eine sehr hohe Korrelation zu den wahrgenommenen Musical Tones aufweist. Das gewichtete Log-Kurtosis-Verhältnis wurde in den Draft einer ITU-T-Empfehlung „SubSystem Requirements for Automotive Speech Services“ der Study Group SG12 eingebracht. Mit der Arbeit von Herrn Yu ist die Forschung zur instrumentellen Optimierung von Störgeräuschreduktionsverfahren am IfN vorerst zum Abschluss gekommen.

In dem neuen ZIM-Projekt „Audioradar“ mit der Firma artec technologies AG in Diepholz verfolgt Herr Transfeld das Ziel, einem Videoüberwachungssystem gewissermaßen das „Hören“ beizubringen. Hierfür werden 4 mal 4 Mikrofone um eine Panorama-Kamera herum angeordnet, um mit ihnen die Geräuschkulisse passend zum Kamerabild einzufangen. Mit Unterstützung von Herrn Hellrung (Werkstatt) und Herrn Gudat sind die Hardware-Arbeiten zu einem vorläufigen Abschluss gekommen (siehe **Abbildung 7**).

Herr Transfeld entwickelt im Projekt die nötigen Algorithmen auf Seiten der Audioverarbeitung. Im Kern handelt es sich hierbei zunächst um einen Frequenzbereichs-Beamformer, der diffuse Hintergrundgeräusche reduziert und aus einer Richtung kommende dominante Geräusche verstärkt. Durch die Nachverarbeitung mittels Beamforming kann somit gezielt in die Blickrichtung der Kamera „gehört“ werden. Nachgeschaltet analysiert eine Geräuschaktivitätsde-

tektion die Signale und entscheidet, ob eine relevante akustische Aktivität vorliegt.

Durch die Aufteilung des Kamerabildes in 48 gleichmäßige Rechtecke ergeben sich 48 verschiedene „Hörrichtungen“, auf denen parallel die Analyse stattfindet. Die akustischen Entscheidungen werden mit den visuellen verglichen und ein Steuersignal generiert. Das Bild der so gesteuerten Kamera kann nun von einem Operator in der Überwachungszentrale auf seine Wichtigkeit kontrolliert und es können entsprechende Benachrichtigungen ausgegeben werden.

Die Herausforderung des Projekts besteht zum einen aus der Ortung des Ereignisses, aber vor allem aus der richtigen Parametrierung des Geräuscherkenners. Diese muss so stattfinden, dass bei gleichzeitig niedriger Fehlalarmzahl alle relevanten Geräusche detektiert werden.

Die Arbeiten des externen Doktoranden Timo Mattheja bei der Firma Nuance in Ulm sind weiter fortgeschritten. Herr Matheja beschäftigt sich mit sprachverarbeitenden Systemen im Kraftfahrzeug, wobei sitzplatzindividuell verbaute Mikrofone zum Einsatz kommen. Dabei handelt es sich nicht um ein Mikrofonarray mit festgelegten Sensorabständen, sondern um ein Konzept zur Schallerfassung mittels verteilter Mikrofone. Es wurde eine umfangreichere gemeinsame Publikation zum Thema der Sprecher-Aktivitätserkennung mit diesen verteilten Mikrofonen angefertigt [FIN1].

4.4 Automatische Sprechererkennung und Spracherkennung

Herr Receveur führte im Berichtszeitraum das Industrieprojekt SHARE++ mit der Siemens Audiologische Technik GmbH aus Erlangen zum Thema Sprechererkennung bzw. Eigenstimmenerkennung eines Hörgeräteträgers zu einem vorläufigen Ende. Das Projekt verfolgte dabei das Ziel, die im Vorgängerprojekt SHARE entstandene Hörgerätelösung als technisches System ohne idealisierende Annahmen zur Verfügung zu stellen. So wurden in den zwei abschließenden Arbeitspaketen systematische Untersuchungen des technischen Systems bei kontinuierlichem Störgeräusch sowie bei Aktivität eines Störsprechers vorgenommen.

Auf dem Gebiet der robusten Spracherkennung verfolgte Herr Receveur im Berichtszeitraum weiter die Grundlagenforschung an iterativen Verfahren zur Informationsfusion aus mehreren Signalquellen. Nachdem es gelungen war, die Erkennungsergebnisse und das Konvergenzverhalten für gestörte Audio-Kanäle zu verbessern, wurde der Fokus der Untersuchungen auf die iterative Informationsfusion der Einzelkomponenten-Erkenner gelegt. Hier war es möglich, eine absolute Akkuratheits-Verbesserung der iterativen Erkennungsrate von knapp 10% gegenüber den unimodalen Erkennungsraten zu erzielen. Auch zeig-

ten die Einzelkomponenten-Erkennen dabei weitestgehende Konvergenz in den Erkennungsraten. Darüber hinaus konnte in einem weiteren Experiment gezeigt werden, dass der iterative Ansatz bei einer audio-visuellen Erkennungsaufgabe bessere Erkennungsergebnisse liefert als bisherige Standardverfahren, beispielsweise unter Nutzung von multimodalen, gekoppelten Hidden-Markov-Modellen (HMMs). Im Rahmen einer Masterarbeit [MA 13/011] wurde anschließend die Frontend-Entwicklung für die iterative audio-visuelle Spracherkennung vorangetrieben. Dabei wurde das sog. ETSI Advanced Frontend als bekanntes geräuschrobustes akustisches Frontend mit einer neu entwickelten visuellen Merkmalsextraktion kombiniert. Damit ist die audio-visuelle Spracherkennung nun auch auf größeren Datensets möglich.

Des Weiteren konnte im Berichtszeitraum das ZIM-Projekt „Voice Mail by Voice“ mit der Auerswald GmbH in Cremlingen gestartet werden: Hier geht es um die Entwicklung einer neuartigen Sprachsteuerung einer Voice-Mailbox auf einem Systemtelefon. In den ersten Arbeitspaketen wurden hierzu von Herrn Receveur erste Konzeptüberlegungen angestellt sowie eine geeignete Spracherkennungs-Software für die anstehende Voice Mail Task identifiziert. Anschließend wurde eine erste Dialog-Grammatik erstellt und eine Command&Control-Demo auf einem Linux-PC entwickelt; im Weiteren ist dann die versuchsweise Portierung auf ein Dualcore-Testboard für erste Laufzeit-Tests geplant.

4.5 Sprach- und Audio-Codierung bzw. -Decodierung

Im Berichtszeitraum hat Herr Pflug seine Forschungsaktivitäten im Bereich der robusten Decodierung von unkomprimierten, drahtlos übertragenen Audiosignalen zum Abschluss gebracht. Die entwickelten Decodierverfahren basieren auf Bayesscher Statistik und nutzen neben einer Kanalzuverlässigkeits-Information insbesondere die implizite Redundanz der Audiosignale für eine effiziente Verschleierung von Übertragungsfehlern. Die implizite Redundanz wird dabei mittels linearer Prädiktion für die Berechnung von Prädiktionswahrscheinlichkeiten genutzt, welche das A-priori-Wissen bzgl. des aktuell zu decodierenden Signalwerts umfassen. Diese Prädiktionswahrscheinlichkeiten dienen schließlich zusammen mit der Kanalinformation der Berechnung von A-posteriori-Wahrscheinlichkeiten für jeden möglicherweise gesendeten Signalwert.

Herr Pflug hat Untersuchungen mit algorithmisch latenzfreien Kanalcodes in Form von abtastwertindividuellen Paritätsbits durchgeführt, welche bei Einsatz eines einzigen Redundanzbits pro übertragenem 16-Bit-Signalwert eine quasi-fehlerfreie Übertragung bis zu einem um etwa 2 dB geringeren E_b/N_0 -Verhältnis erlauben [PFL/FIN2]. Weiterhin wurde der Decodieralgorithmus für DPCM-codierte (Differential Pulse-Code Modulation) Audiosignale im Rahmen eines robusten Empfängers für digitale Funkmikrofonsignale angewendet [PFL/FIN1].

Die Decodiergewinne sind dort etwas geringer als bei unkomprimierten Signalen, gegenüber einer herkömmlichen, nicht-robusten (harten), Decodierung mit etwa 1,5 dB (E_b/N_0) aber immer noch beachtlich.

Die Einreichung der Dissertation von Herrn Pflug mit dem Titel „Funkübertragung von Audiosignalen mit prädiktiver Soft-Decision-Decodierung“ erfolgte im Juli 2013. Diese umfasst die Vorstellung zahlreicher neuartiger latenzfreier sowie latenzbehafteter Verfahren zur robusten Audiodecodierung sowie umfangreiche Untersuchungen anhand von unkomprimierten Audiosignalen, die mit BPSK-(Binary Phase-Shift Keying-) oder FSK-Modulation (Frequency-Shift Keying) über simulierte gedächtnislose sowie gedächtnisbehaftete Übertragungskanäle übertragen werden [PFL/FIN1]. Alle darin vorgestellten Verfahren basieren auf dem zuvor beschriebenen prädiktiven Decodieransatz. Unter den neuartigen Algorithmen befinden sich ein algorithmisch verzögerungsfreier Ansatz zur Soft-Decision-Decodierung von mehrkanaligen Audiosignalen mit Nutzung von Intra- und Interkanalredundanz sowie ein latenzbehafteter Ansatz zur gemeinsamen Blockcode- und Audiodecodierung. Die Blockcodierung ermöglicht eine sehr hochratige Kanalcodierung, bei der nur eine sehr geringe Menge an Zusatzinformation zum Zwecke des Fehlerschutzes übertragen wird. Konkret werden Kanalcodes untersucht, die effektiv lediglich 0,5 Bit explizite Redundanz pro Abtastwert hinzufügen und die Decodierungsergebnisse damit um bis zu 15 dB (globales Audiosignal-zu-Rauschleistungsverhältnis) verbessern. Herr Pflug legte seine Doktorprüfung am 25. September 2013 erfolgreich ab.

Im Berichtszeitraum hat Frau Han die Soft-Decision-Decodierung auf den Adaptive Multi-Rate Wideband (AMR-WB) Sprach-Codec angewendet. Unter Verwendung von bitweiser Information zur Kanalqualität und A-priori-Wissen nullter bzw. erster Ordnung können A-posteriori-Wahrscheinlichkeiten berechnet werden. Durch eine geeignete Parameterschätzung können die für den AMR-WB-Decoder benötigten Parameter rekonstruiert werden. Auf einem AWGN-Kanal werden Gewinne von bis zu 6 dB in Bezug auf E_b/N_0 bzw. 0,6 MOS-Punkte (Mean Opinion Score) im Vergleich zur entsprechenden 3GPP-Empfehlung erzielt. Die Soft-Decision-Decodierung kann demzufolge als robusteres Fehlerverdeckungsverfahren für AMR-WB eingesetzt werden. Die Ergebnisse wurden von Frau Han auf der EUSIPCO 2013 publiziert [HAN/PFL/FIN1].

Im Anschluss hat sich Frau Han mit der Soft-Decision-Decodierung für Codes mit variabler Codewortlänge (VLCs) beschäftigt. Da hier Anfangs- und Endposition der Codeworte im Bitstrom empfangsseitig nicht bekannt sind, können diese ohne Weiteres auch nicht rekonstruiert werden: VLCs sind sehr empfindlich gegenüber Übertragungsfehlern. Unter der Annahme, dass die Gesamtzahl der Bits und Symbole im Block bekannt ist, kann der sog. BCJR-Algorithmus unter Nutzung einer Trellis-Repräsentation für die Soft-Decision-Decodierung von VLCs genutzt werden. Als Ergebnis verbessert sich der Signal-zu-Rausch-

Abstand gegenüber der VLC-Decodierung mit harter Entscheidung immens, insbesondere, wenn die quantisierten Parameter korreliert sind und als ein Markoff-Prozess erster Ordnung modelliert werden.

5. Mustererkennung

5.1 Erkennung arabischer Handschrift im HADARA-Projekt

Der diesjährige Schwerpunkt unserer Arbeiten im internationalen DFG-Projekt HADARA lag auf arabischer Handschrifterkennung und Evaluation von Word-Spotting-Verfahren. Aber auch die Arbeiten am Gesamtsystem sowie dem Tool zur Erstellung von Annotationen wurden einen großen Schritt vorangebracht. So hat Herr Fecker zum Beispiel diesem Tool einen Verifikationsmodus mitsamt Benutzerverwaltung hinzugefügt. Sehr erfreulich ist auch, dass in einer ersten gemeinsamen Veröffentlichung aller Projektpartner das HADARA-Projekt und Anwendungen aus dem HADARA-System, die für Historiker und Linguisten von Interesse sind, auf der Konferenz Archiving 2013 einem größeren internationalen Publikum vorgestellt werden konnten [PAN/MAE/FEC/FIN1]. Die sehr gute Resonanz auf dieses Paper spiegelt sich auch darin wider, dass es in dem Magazin IS&T Reporter (IS&T: Imaging Science and Technology) als „Highlighted Abstract“ präsentiert wird und in Kürze kostenlos in elektronischer Form auf der IS&T-Homepage abgerufen werden kann.

Herr Pantke hat sich im Berichtszeitraum weiter mit unserem Handschrifterkennungssystem befasst. Im Rahmen einer Masterarbeit wurde insbesondere das Training semi-kontinuierlicher Hidden-Markov-Modelle (SCDHMM) näher untersucht [MA 13/013]. Mit Hilfe mehrerer Tausend Simulationen konnten die Parameter des Trainingsprozesses genauer bestimmt und somit die Erkennungsrate in arabischen Handschriften deutlich verbessert werden.

Weiterhin wurde an der Evaluation segmentierungsfreier Word-Spotting-Verfahren gearbeitet. Beim Word Spotting wird ähnlich einer klassischen Internet-Suchmaschine nach bestimmten Begriffen gesucht, hier jedoch nicht in Computer-lesbaren Texten, sondern direkt in gescannten oder fotografierten Dokumentbildern. Zur Evaluation wurde ein Ansatz veröffentlicht, der bewusst auf harte binäre Entscheidungen bezüglich der Relevanz eines gefundenen Wortes verzichtet und stattdessen auf aussagekräftigere kontinuierliche Qualitätsmaße setzt, die zudem tiefere Einblicke in die Arbeitsweise eines Word-Spotting-Ansatzes gewähren [PAN/MAE/FIN1]. Dazu wird die Position der gefundenen Wortfläche mit Hilfe einer Ground Truth bewertet, die relevante Bildbereiche definiert. In **Abbildung 8** sind einige Sonderfälle dargestellt, die bei der Evaluation zu beachten sind. Insbesondere die darin dargestellten Mehrfachüberlappungen sind geeignet in die Evaluation einzubeziehen, um ein faires und stabiles Ergebnis zu erhalten. Aus dieser Arbeit ist schließlich ein praktisches

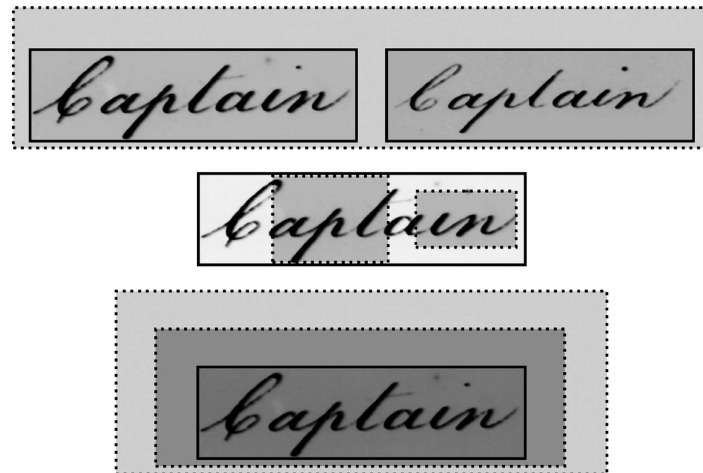


Abbildung 8: Einige bei der Word-Spotting-Evaluation zu beachtende Sonderfälle – durchgezogene und gestrichelte Rechtecke stellen relevante bzw. gefundene Wortflächen dar

Evaluationstool entstanden, das die Ergebnisse eines Word Spotters anzeigen und mit den vorgeschlagenen sowie anderen gängigen Maßen bewerten kann.

Die Kollegen der Mustererkennung sind auch aktiv an dem DAAD-Projekt zur Entwicklung eines Masterstudiengangs Informations-Systemtechnik an tunesischen Universitäten beteiligt. An dem 1. Workshop mit dem Titel „Towards a Common Master of Information Technology“, der im Juni in Hammamet, Tunesien, stattfand, beteiligten sich neben Dr. Märgner auch die Herren Fecker und Pantke mit einem gemeinsamen Vortrag [PAN/FEC1]. Ein wesentliches Ziel dieses Projektes ist es, gemeinsame Standards im Studium der Informations-Systemtechnik zu entwickeln, Austauschaufenthalte in beide Richtungen zu fördern und dadurch der gegenseitigen Anerkennung von Studienleistungen den Weg zu ebnen.

Der Aufenthalt von Dr. Ramirez-Ortegón war sehr erfolgreich, so konnte er in zwei Journalartikeln Arbeiten zur Binarisierung, insbesondere von historischen Dokumenten, veröffentlichen [RAM/BEN/MAE1], [RAM/MAE1]. In einem Beitrag auf der ICDAR 2013 (Int. Conf. on Document Analysis and Recognition) präsentierte er eine Methode zur Evaluation von Messungen der Strichdicke [RAM/MAE2] und beteiligte sich sehr erfolgreich mit einem fünften Platz von 23 Teilnehmerinnen und Teilnehmern an einem Wettbewerb zur Binarisierung. Dr. Ramirez-Ortegón hat uns wieder verlassen, um eine Professur in seinem Heimatland Mexiko anzutreten. Wir wünschen ihm dort viel Erfolg und bedanken uns für die gute Zusammenarbeit.

An der für unser Fachgebiet wichtigen Konferenz ICDAR waren wir wieder auf vielfältige Weise beteiligt. Herr Pantke [PAN/MAE/FIN1] und Dr. Märgner [RAM/MAE2] präsentierten ihre Beiträge, Dr. Märgner war aber auch als Competition Co-Chair wesentlich an der Organisation der Konferenz beteiligt. Unter anderem leitete er die Sitzung, in der die Ergebnisse der insgesamt 22 Competitions präsentiert wurden [MAE1]. Darüber hinaus war er General Co-Chair zweier Satelliten-Workshops, nämlich des Historical Imaging and Processing HIP2013 Workshops und des NIST (National Institute of Standards and Technology) Open Handwriting Recognition and Translation Evaluation Workshops OpenHaRT2013.

5.2 Schreibererkennung in arabischer Handschrift im HADARA-Projekt

Im Rahmen der Schreibererkennung haben wir in den Bereichen Merkmalsextraktion und Klassifikation zur Diskriminierung unterschiedlicher Handschriften geforscht. Zu diesem Thema wurde eine Bachelorarbeit angefertigt, in der verschiedene Merkmalsextraktionsverfahren, unter Verwendung einer Datenmenge von kontemporären Dokumenten, untersucht wurden. Bei bis zu 1000 unterschiedlichen Schreibern wurden Erkennungsraten von bis zu 85% erzielt [BA 13/705].

Weiterhin wurde eine große Zahl von historischen arabischen Manuskripten aus einem online frei verfügbaren Datenarchiv zusammengetragen, um die Schreibererkennung speziell für historische Dokumente zu testen. Zu dieser Thematik wurde eine Kooperation mit der Herzog August Bibliothek in Wolfenbüttel begonnen. Mit dieser Aufgabe, bei der es z.B. um die Identifikation von mehreren Schreibern in einem Dokument geht, wird sich auch unser neuer Gastwissenschaftler und Postdoktorand Dr. Slimane beschäftigen. Längerfristiges Ziel ist dabei auch eine Bearbeitung von großen Datenbeständen, um diese nach bestimmten Herkunftskriterien wie z.B. Schreiber, Region oder Epoche zu sortieren. Im Berichtszeitraum wurde ebenfalls in dem auch für diese Anwendung wichtigen Themengebiet der Mustererkennung von unbalancierten Datenmengen geforscht. Daraus resultierte eine Publikation zum generativen Oversampling [FEC/MAE/FIN1], eine studentische Arbeit, in der Einklassen-Klassifikationsverfahren untersucht wurden [BA 13/502] und ein Spezialisierungsprojekt, in dem Sampling-Methoden in Verbindung mit Ensemble-Lernverfahren untersucht wurden [BA 13/713].

5.3 Gedächtnismodellierung mittels ereigniskorrelierter Potentiale

Dieses interdisziplinäre Projekt findet in Kooperation mit Prof. Dr. Bruno Kopp von der Neurologischen Klinik der Medizinischen Hochschule Hannover (MHH) statt und bildet eine Schnittstelle zwischen Psychologie, Neurologie und Signal-

verarbeitung. Herr Kolossa entwickelt und testet auf Basis von neuropsychologischen Hypothesen Modelle für die Vorhersage von ereigniskorrelierten Potentialen (EKP). Dies sind Biosignale, die aus dem menschlichen EEG extrahiert werden und deren Auftreten direkt mit der Inzidenz eines Reizes verbunden ist. Die Besonderheit hierbei ist, dass die Modelle nicht die neuronalen, sondern die psychologischen Prozesse mathematisch abbilden, die Modellgüte jedoch anhand von Biosignalen bewertet wird.

In der aktuellen Untersuchung steht weiterhin die sog. P300 im Fokus. Hierbei handelt es sich um ein positives Potential, das ca. 300 Millisekunden nach Auftreten eines Stimulus messbar ist. Von den vermuteten Einflussfaktoren auf die P300 wurde im Berichtszeitraum zusätzlich zur Wahrscheinlichkeit von beobachtbaren Ereignissen auch die Wahrscheinlichkeit von unsichtbaren Zuständen, die mit den Ereignissen in Zusammenhang stehen, untersucht. Hierzu entwarf Herr Kolossa Modelle, die auf dem Satz von Bayes aus der Wahrscheinlichkeitstheorie und einer nichtlinearen Verzerrung von Wahrscheinlichkeiten im Menschen basieren. Mit einem geeigneten Versuchsaufbau konnte die zeitliche und räumliche Dissoziation der P300 in die Komponenten P3a und P3b mittels des Versuchsparadigmas erzeugt werden. Weiterhin wurde nachgewiesen, dass die Modelle der unsichtbaren Zustände im Vergleich mit dem Stand der Technik aus der Literatur zeitlich und topographisch die größte Evidenz zur P3a haben. Derzeit verfasst Herr Kolossa einen Artikel zur Einreichung bei einer Fachzeitschrift, in dem der experimentelle Aufbau, die Modellierung und die Ergebnisse im Detail beschrieben werden.

Wir haben erfolgreich einen Antrag für eine sechsmonatige Anschubfinanzierung beim Zukunftsfonds der Technischen Universität Braunschweig gestellt, deren Ziel die Einreichung eines Forschungsantrags ist. Der Artikel zur Modellierung des Grads der Unvorhersehbarkeit eines Ereignisses mit dem Titel „A Model-Based Approach to Trial-by-Trial P300 Amplitude Fluctuations“ wurde bei der Fachzeitschrift „Frontiers in Human Neuroscience“ zur Veröffentlichung angenommen [KOL/FIN1]. Im Rahmen einer studentischen Arbeit fanden weitere Untersuchungen auf dem verfügbaren Datensatz statt [BA 13/702].

Abteilung Mobilfunksysteme (Kürner)

1. Forschungsfelder der Abteilung

Die Forschungsfelder der Abteilung Mobilfunksysteme umfassen verschiedene Aspekte der Mobilfunktechnik. Zur Beschreibung der Aktivitäten eignet sich am besten eine Matrixstruktur, in der sich die Forschungsaktivitäten in je vier Kompetenz- und Anwendungsfelder einordnen lassen. Die Kompetenzfelder sind „Wellenausbreitung und Funkkanalcharakterisierung“, „Link Level Simulation“, „System Level Simulation“ und „Generierung von Referenzszenarien für die Simulation“. Die vier Anwendungsfelder, die sich auch in den Abschnitten 4–7 wiederfinden, sind „Methoden und Algorithmen für die Planung und Optimierung von Infrastrukturnetzen“, „Multigigabit-Indoorkommunikation“, „Fahrzeug-X-Kommunikation“ und „Navigation“. Die in der Abteilung bearbeiteten Projekte lassen sich in der Regel einem der vier Anwendungsfelder zuordnen, wobei die Forschung innerhalb jedes Projektes dann auf einem oder mehreren der genannten Kompetenzfelder erfolgt.

2. Projekte

Alle Wissenschaftlichen Mitarbeiter sind in Projekte mit der Industrie, anderen Universitäten oder Instituten innerhalb der TU Braunschweig eingebunden. Auch in diesem Geschäftsjahr konnten wieder neue Projekte akquiriert werden. Wir sind in folgenden nationalen und internationalen Projekten engagiert:

2.1 Internationale Projekte

Das im Jahr 2011 im 7. Rahmenprogramm der EU begonnene FP7-Projekt GreenNets („Power Consumption and CO₂ Footprint Reduction in Mobile Networks by Advanced Automated Network Management Approaches“) wurde in diesem Jahr erfolgreich abgeschlossen. Wir arbeiten weiterhin im seit September 2012 laufenden FP7-Projekt SEMAFOUR („Self-Management for Unified Heterogeneous Radio Access Networks“) mit. Im Januar 2013 startete das vom Qatar National Research Fund geförderte Projekt CellCar („Advanced Cellular Technologies for Connected Cars“), bei dem wir mit Wissenschaftlern des Qatar Mobile Innovations Center (QMIC) zusammenarbeiten. Auch in diesem Jahr war die Abteilung in der COST-Aktion IC1004 „Cooperative Radio Communications for Green Smart Environments“ sehr aktiv, was durch insgesamt 11 Beiträge dokumentiert wird. Im Rahmen von drei „Short Term Scientific Missions“ der COST IC1004 hatten wir mit Taimoor Abbas einen Gastwissenschaftler der Universität Lund zu einem mehrwöchigen Forschungsaufenthalt und die Herren Thomas Werthmann (Universität Stuttgart) sowie Josep Colom Ikuno (TU Wien)

für eine Woche zu Gast. Herr Jansen hat sich seinerseits im Rahmen desselben Programms eine Woche an der TU Wien aufgehalten. Herr Rose hat die Nachfolge von Herrn Jansen als Chairman der IC1004 Topical Working Group “Urban Environment“ übernommen. Prof. Kürner und Herr Nuckelt sind Mitglieder im C2C-CC (Car-to-Car Communication Consortium). Prof. Kürner, Herr Rey und Herr Priebe waren bis Juli als Mitglieder der IEEE 802.15 Terahertz Interest Group aktiv, deren Chairman Prof. Kürner seit Ende 2009 war [KÜR7], [KÜR8], [KÜR9], [KÜR10], [KÜR11], [KÜR12]. Aus der Terahertz Interest Group heraus wurde im Juli die IEEE 802.15 Study Group 100G („100 Gbit/s over Beam switchable wireless point-to-point 40/100 Gbps links“) ins Leben gerufen, die nun ebenfalls von Prof. Kürner geleitet wird. Prof. Kürner arbeitet als Advisory Member im NGMN-Konsortium (Next Generation Mobile Networks) mit. Mit dem State Key Laboratory of Rail Traffic Control and Safety der Beijing Jiaotong University gibt es eine Kooperation auf dem Gebiet der Ausbreitungsmodellierung entlang von Eisenbahnstrecken, die auch in diesem Jahr fortgeführt wurde. Mit der George-Washington-Universität (USA) wurden die gemeinsamen Arbeiten auf dem Gebiet der Wellenausbreitung in Vegetation publiziert [CHE/KÜR1].

2.2 Nationale und regionale Projekte

Im vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie geförderten Projekt BERTA (Beschreibung und Korrektur von GNSS-Mehrwegeeffekten mittels Ray-Tracing und Software-Empfängern) kooperieren wir mit dem Institut für Erdmessung (IfE) sowie dem Geodätischen Institut der Leibniz Universität Hannover. Seit Beginn des Jahres 2012 bearbeiten wir das DFG-Projekt “Kanalmodellierung und Systemkonzeption zukünftiger Terahertz-Kommunikationssysteme“. Zusammen mit der Abteilung für Elektronische Medien konnten wir eine Studie zum zukünftigen Frequenzbedarf verschiedener Funkdienste im Frequenzband 470 bis 790 MHz abschließen [IFN], [KÜR/REI1], die auch im Nachgang auf großes Interesse gestoßen ist [KÜR13], [KÜR14], [KÜR15]. Im August 2013 startete das auf 3 Jahre ausgelegte und vom Bundesministerium für Bildung und Forschung geförderte Projekt TERAPAN (“Terahertzkommunikation für die nächste Generation Wireless Personal Area Networks“), für das wir auch als Koordinator verantwortlich sind. Wir sind weiterhin im Terahertz Communications Lab (TCL) aktiv und sind Mitglied bei tubs.CITY (Center for Informatics and information Technology). Mit dem Heinrich-Hertz-Institut in Berlin kooperieren wir auf verschiedenen Forschungsfeldern im Bereich der Funkkanalcharakterisierung.

2.3 Industrieprojekte

Das Projekt LTE-PMR II (Long Term Evolution for Professional Mobile Radio), das wir im Auftrag der Firma Hytera Mobilfunk GmbH in Bad Münde bearbeitet haben und bei dem die Anwendung von LTE für breitbandige PMR-Kommunikation untersucht wurde, wurde erfolgreich abgeschlossen. Die Kooperation mit dem Canon Research Center France in Rennes zur Ausbreitungsmodellierung für die zukünftige THz-Kommunikation wurde auch in diesem Jahr fortgesetzt. Die Kooperationen mit den AT&T Shannon Labs auf dem Gebiet der Standardisierung von THz-Kommunikationssystemen bzw. mit der Volkswagen AG auf dem Gebiet der Car2Car-Kommunikation im Rahmen des Projekthauses CarS 2.0 wurde abgeschlossen. Neu gestartet wurde ein von E-Plus, Telefónica und der Deutschen Telekom gemeinsam beauftragtes Projekt zur Nahfeldmodellierung von Basisstations-Antennen im Hinblick auf Standortgenehmigungsverfahren. Weiterhin haben wir eine Studie zum Thema Smart Grid Kommunikation bei LTE 450 für die Deutsche Telekom angefertigt.

3. Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der Abteilung

Insgesamt waren fünfzehn Wissenschaftliche Mitarbeiter im Berichtszeitraum in der Abteilung beschäftigt. Zum 30. November 2013 besteht die Abteilung aus zwölf Wissenschaftlichen Mitarbeitern. Das Anwendungsfeld „Methoden und Algorithmen für die Planung und Optimierung von Infrastrukturnetzen“ wurde von den Herren Dr. Chee (Frequenzstudie, bis 28. Februar 2013), Jansen (Studie zum Frequenzbedarf, SiMoNe), Rose (GreenNets, SEMAFOUR, Antennennahfeldmodellierung), Baumgarten (GreenNets, LTE 450), Hahn (SEMAFOUR), Hoffmann (SEMAFOUR, seit 15. April 2013), Peng (Hytera), Jacob (Antennennahfeldmodellierung) und Fricke (Antennennahfeldmodellierung) bearbeitet. Das Gebiet der Multi-Gigabit-Indoorkommunikation bearbeiteten die Herren Jacob, Dr. Priebe (DFG-Projekt zur THz-Kommunikation, bis 30. September 2013), Peng (DFG-Projekt zur THz-Kommunikation), Fricke (Canon) und Rey (Canon, TERAPAN). Das Forschungsgebiet „Fahrzeug-X-Kommunikation“ wurde von den Herren Nuckelt (CarS 2.0, CellCar), Möller (CellCAR, ab 15. Mai 2013) und Guan (Jiaotong University, bis 23. August 2013) betreut. Das Forschungsfeld der Erhöhung der Genauigkeit von Satellitennavigation (BERTA) bearbeitet Herr Liso. Herr Priebe konnte im Berichtszeitraum, ebenso wie der externe Doktorand Herr Balercia, sein Promotionsverfahren erfolgreich abschließen. Tatkräftig unterstützt wird die Abteilung durch Frau Beyer sowie durch mehrere wissenschaftliche Hilfskräfte und Studierende, die im Rahmen ihrer Bachelor- und Masterarbeiten in der Abteilung mitarbeiten. Im Berichtszeitraum gab es 2 Bachelor- und 6 Masterarbeiten.

4. Methoden und Algorithmen für die Planung und Optimierung von Infrastrukturnetzen

4.1 Simulationsplattform SiMoNe

In der Abteilung Mobilfunksysteme ist im vergangenen Jahr die Simulationsplattform SiMoNe (Simulator of Mobile Networks) entstanden. Auslöser für die Entwicklung war die große Anzahl an Simulationsszenarien und -modellen, die in vielen verschiedenen Projekten und studentischen Arbeiten zum Einsatz kommen. SiMoNe ermöglicht es, Simulationsdaten in einem wohldefinierten Format abzulegen und den Nutzern über einen Webservice komfortabel zur Verfügung zu stellen. Sowohl die Erstellung neuer Szenarien als auch die Nutzung bereits vorhandener Simulationsdaten ist damit erheblich vereinfacht worden. Dies hat unter anderem die positiven Nebeneffekte, dass sich Studierende in ihren Abschlussarbeiten stärker auf inhaltliche Aspekte konzentrieren können, aber auch neue Projekte im Umfeld von Infrastrukturnetzen schneller realisiert werden können. Die Simulationsumgebung gliedert sich in zwei Teile, den SiMoNe-Server und den SiMoNe-Client.

Der SiMoNe-Server besteht im Wesentlichen aus einer Datenbank, welche die eigentlichen Simulationsdaten verwaltet und einem Webservice, der Funktionen zur Verarbeitung der Daten bereitstellt. Zu den Simulationsdaten zählen reale und realitätsnahe Mobilfunknetze für verschiedene Städte [NUC/ROS/JAN/KÜR1], [NUC/ROS/JAN/KÜR2] Mobilitätsdaten für Fahrzeug-, Fußgänger- und Indoormobilität [ROS/JAN/HAH/KÜR1], [ROS/JAN/HAH/KÜR2], [ROS/JAN/HAH/KÜR3], Landnutzungsdaten sowie Pfadverlustprädiktionen für verschiedenste Frequenzbereiche und die resultierenden Empfangsleistungs- und Interferenzkarten [ROS/JAN/WER/KÜR1]. Der Webservice von SiMoNe bietet auch die Möglichkeit dynamische Simulationen durchzuführen. So ändern sich beispielsweise die Positionen der Teilnehmer und in Abhängigkeit der Auslastung auch die Sendeleistungen der Basisstationen und die Kanalbedingungen der Teilnehmer.

Der SiMoNe-Client bietet eine Toolbox aus MATLAB-Skripten zum Abrufen und zum Weiterverarbeiten der Simulationsdaten der Server-Komponente. Durch die Verwendung der Skripte sind ein einfacher Zugriff auf die Daten und die Verwendung einheitlicher Algorithmen gewährleistet. Zusätzlich sind auf diese Weise alle wesentlichen Prozeduren für System-Level-Simulationen, wie z. B. die Handover-Prozedur, für alle Nutzer verfügbar. SiMoNe ist darüber hinaus so angelegt, dass die entwickelten Algorithmen leicht in die im Rahmen der Projekte SEMAFOUR und GreenNets eingesetzte SONLAB-Plattform, über die wir im vergangenen Jahr an dieser Stelle berichteten, portiert werden können. Zum Entstehen der Simulationsplattform hat eine große Anzahl an Entwicklern (sowohl von WiMis als auch von Studierenden) beigetragen.

4.2 Selbstorganisation in zellularen Mobilfunknetzen

Die Zunahme des mobilen Datenverkehrs, die durch das ständig wachsende Angebot an Diensten und immer leistungsfähigere Endgeräte getrieben wird, stellt die Mobilfunkbetreiber vor ein großes Problem. Neben der äußerst kostspieligen Möglichkeit, dieses Problem durch die Nutzung weiterer Frequenzbänder für den Mobilfunk und zusätzlicher Basisstationen zu lösen, kommt der effizienteren Nutzung der vorhandenen Ressourcen eine wesentliche Bedeutung zu. In den letzten Jahren sind deshalb viele Konzepte und Algorithmen entwickelt worden, die die automatische Optimierung der Netze ermöglichen sollen. In diesen so genannten selbst-organisierenden Netzen (engl. Self-Organizing Networks (SON)) werden zukünftig diese unterschiedlichen Algorithmen mit speziellen Optimierungszielen parallel an der Optimierung der Netze beteiligt sein. Im Rahmen des SEMAFOUR-Projektes entwickeln wir SON-Algorithmen sowie geeignete Methoden zur Organisation und Koordination dieser Algorithmen [KÜR1], [KÜR3], [KÜR4], [KÜR5], [KÜR6]. Unsere Beiträge konzentrieren sich im Wesentlichen auf vier Felder.

Zum einen haben wir federführend die Referenzszenarien und die zugehörigen Simulationsdaten zusammengestellt und aufbereitet [ROS/HOF1], [ROS/BAUM/KÜR1], [ROS/JAN/WER/KÜR1]. Auf Basis dieser Szenarien werden die eigentlichen Algorithmen entwickelt und evaluiert.

Weiterhin beschäftigen wir uns mit SON-Algorithmen zur automatisierten Zuweisung von Frequenzen (engl. Dynamic Spectrum Allocation (DSA)) innerhalb des einem Mobilfunkbetreiber zugewiesenen Spektrums. Hierbei wird die zur Verfügung stehende Kapazität räumlich und zeitlich angepasst. Mobilfunkbetreiber unterteilen die Funkzellen in Hierarchiestufen, die sich durch verschiedenen große Versorgungsbereiche unterscheiden. So genannte Makro-Zellen werden eingesetzt um flächenmäßig große Gebiete versorgen zu können, wohingegen Mikro- und Pico-Zellen eine räumlich stark begrenzte Fläche versorgen. Diese Zellen können jedoch deutlich dichter geplant werden und somit die Kapazität lokal erhöhen, um z. B. die hohe Nachfrage in Fußgängerzonen zu bedienen. Die große Herausforderung besteht darin, die zur Verfügung stehenden Ressourcen auf die verschiedenen Hierarchieebenen so zu verteilen, dass im Versorgungsgebiet der Zellen ausreichend Kapazität zur Verfügung steht, aber gleichzeitig die auftretende Interferenz gering bleibt. Am Beispiel einer Fußgängerzone wird deutlich, dass die hohe Kapazität nur einen Teil des Tages benötigt wird. In den Abendstunden wird der Verkehr weniger in der Fußgängerzone als vielmehr in (umliegenden) Wohngebieten generiert, die außerhalb des Versorgungsgebietes dieser Mikro-Zellen liegen. Das zur Verfügung stehende Spektrum könnte dann von Makro-Zellen genutzt werden, welche die anliegenden Wohngebiete versorgen. Gegenwärtig werden Algorithmen erforscht, die das Spektrum dynamisch den Zellen unterschiedlicher Zellhierarchien in LTE-Netzen zuweisen. Als nächs-

ter Schritt ist geplant, die dynamische Zuweisung auf Multi-RAT-(Radio-Access-Technology-)Netze anzuwenden.

Das dritte Feld, das wir in SEMAFOUR bearbeiten, betrifft die Koordination unterschiedlicher, parallel ausgeführter SON-Algorithmen, die in der Regel unterschiedliche und spezielle Optimierungsziele verfolgen. Zur Lösung dieses Problems sollen Netzbetreiber Strategien vorgeben können, die dann von den verschiedenen SON-Funktionen im Netz umgesetzt werden. Die Strategien können hierbei sehr unterschiedlich sein – z. B. indem die Handover-Performanz oder der Durchsatz im gesamten Netz maximiert wird. Im Hinblick darauf wurden zunächst einzelne SON-Funktionen implementiert und mit unterschiedlichen Parametereinstellungen simuliert. Anfangs wurde die im Vorgängerprojekt SOCRATES entwickelte SON-Funktion Mobility Load Balancing (MLB) implementiert und untersucht. MLB versucht, die Last in Zellen mit einer hohen Auslastung zu verringern, indem Nutzer in andere Zellen mit einer geringeren Last verteilt werden. Hierbei können dem MLB unterschiedliche Schwellwerte übergeben werden, mit denen die Funktion zu arbeiten hat: In Frage kommen hier beispielsweise die maximal erlaubte Last in einer Zelle oder die gewünschte Last, die eine Zelle aufweisen soll, nachdem das MLB aktiv wurde. Simulationen für ein Gebiet in Hannover mit eben diesen variierenden Parametern wurden durchgeführt und haben gezeigt, dass das Netz jeweils anders reagiert und unterschiedliche Strategien vom Netzbetreiber umgesetzt werden können.

Diese Simulationen waren auch Grundlage für den ersten SEMAFOUR-Demonstrator, das vierte Feld, das wir in SEMAFOUR bearbeiten. Insgesamt wurde der am IfN entwickelte Demonstrator drei Mal vorgestellt [HAH1], [HAH2], [HAH3], siehe **Abbildung 9** und den Sonderbericht auf Seite 102. Für die darauf aufbauende nächste Version des Demonstrators, der das erste Mal im November in Vilnius präsentiert wurde, wurde außerdem das Portfolio um zwei weitere SON-Funktionen erweitert. Hierdurch ergeben sich weitere Fragestellungen, die im weiteren Verlauf des Projektes beantwortet werden sollen: etwa wie, wann und welche dieser SON-Funktionen eingesetzt werden sollen und ob durch die Wechselwirkung der SON-Funktionen Instabilitäten im Netz auftreten. Um die Funktionalitäten des SEMAFOUR-Demonstrators zu erweitern, haben sich Studierende aus dem 4. Semester im Rahmen des Software-Entwicklungs-Praktikums (SEP) mit einer Fallstudie beschäftigt, prototypisch Videos auf mobile Endgeräte zu übertragen und diese künstlich zu korrumpieren. Diese sehr plakative Darstellung von guten bzw. schlechten Empfangsbedingungen soll im weiteren Verlauf des Projekts weiterentwickelt und zielgerichtet in den Demonstrator integriert werden, um die Effekte der einzelnen SON-Funktionen anschaulich darstellen zu können.

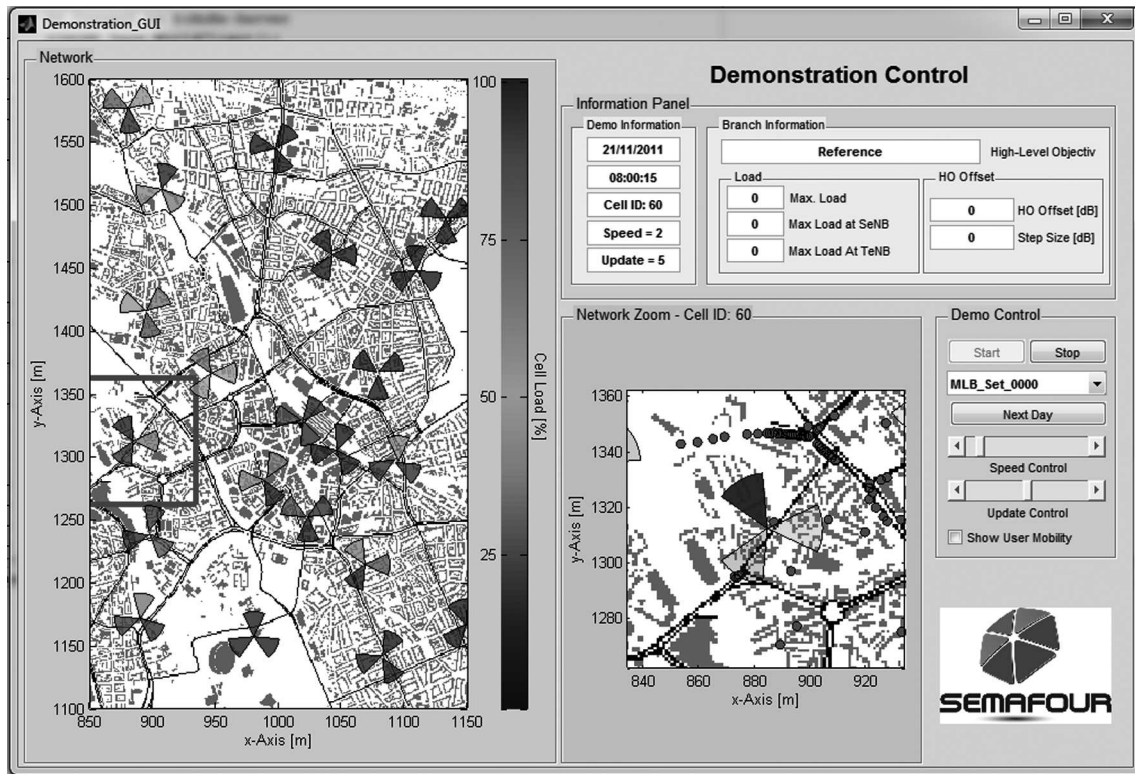


Abbildung 9: Screenshot des ersten SEMAFOUR-Demonstrators

4.3 Optimierung des Energieverbrauchs

Das EU-Projekt FP7-GreenNets hat es sich zum Ziel gesetzt, den Energieverbrauch bestehender Mobilfunknetze um mindestens 10% zu verringern, ohne die Qualität zu verschlechtern. Dazu arbeiten drei mittelständische Unternehmen – atesio GmbH (Berlin), Benco Engineering (Vilnius, Litauen) und DATAX (Wroclaw, Polen) – mit Forschungspartnern aus dem Fraunhofer Heinrich-Hertz-Institut Berlin und dem Institut für Informatik der Universität Wroclaw in Kooperation mit uns an Methoden, die von einem Netz zur Verfügung gestellte Kapazität an die tatsächlich benötigte Kapazität zeitvariant anzupassen und so den Energieverbrauch zu reduzieren. Während im ersten Jahr des Projektes Algorithmen und Modelle entwickelt wurden, um den Energieverbrauch eines Mobilfunknetzes zu modellieren [BAUM/KÜR1], [BAUM/KÜR3] und zu optimieren, wurden diese Erkenntnisse in der zweiten Hälfte des Projektes in konkrete Softwarebausteine umgesetzt. Für die Implementierung der von unseren Forschungspartnern am Fraunhofer Heinrich-Hertz-Institut Berlin entwickelten Verkehrsvorhersage- und Optimierungsalgorithmen zeichnete dabei das Institut für Informatik der Universität Wroclaw verantwortlich. Die Abteilung Mobilfunksysteme lieferte in dieser Phase neben einem auf Excel basierenden Business Case Demonstrator mit dem Energy Efficiency Monitor (EEM)

auch eine Komponente zur Überwachung der Energieeffizienz eines Netzes sowie mehrere Erweiterungen für bestehende Systemsimulatoren im sogenannten Netzwerksimulator [BAUM/KÜR2]. Der EEM modelliert den Energieverbrauch einzelner Basisstationen auf Basis von regelmäßigen Performance-Messungen des Netzes und Hardwaredaten des Netzbetreibers. Mit diesen Daten erzeugt der EEM nutzerdefinierte, energiebezogene Metriken, wie die benötigte Energie pro abgedecktem km^2 bzw. übertragenem Bit und überwacht ihre Einhaltung in vorgegebenen Grenzen. Die in **Abbildung 10** dargestellten Erweiterungen für einen bestehenden Systemsimulator (SONLAB-Plattform) erlauben es, bereits verfügbare Simulator-Fähigkeiten zu nutzen, um damit weiterführende Performance-Indikatoren des Netzes zu bestimmen oder erweiterte Simulationen durchzuführen. So entstanden Erweiterungen, die es z. B. ermöglichen, die Blockierwahrscheinlichkeiten für beliebige Mobilfunkstandards zu bestimmen oder den Einfluss unterschiedlicher Antennenkonfigurationen, z. B. MIMO 4x4 oder 2x2, auf die spektrale Effizienz bei HSDPA (High Speed Downlink Packet Access) oder LTE zu modellieren. Im Rahmen der Masterarbeit von Herrn Hoffmann [MA 13/006] ist darüber hinaus der Prototyp eines Handover-Simulators entstanden [MA 13/006]. Unterschiedliche spektrale Effizienzen und Energieverbräuche einzelner Funktechnologien führen dazu, dass zum Beispiel Sprachverbindungen bevorzugt per GSM bedient werden, während Datenübertragungen eher durch UMTS/HSPA (High Speed Packet Access) oder LTE-Netze abgewickelt werden sollten. Um die Priorisierung verschiedener Dienste in unterschiedlichen Netzen oder Frequenzlayern zu simulieren, wurde eine dedizierte Erweiterung zur Verkehrsverteilung entwickelt. So ist es möglich, Dienste wie Sprachübertragung über verschiedene Mobilfunkstandards und Frequenzen hinweg zu priorisieren und die aktiven Netzelemente möglichst effizient zu nutzen. Um den Energieverbrauch eines Netzes direkt aus den Ergebnissen eines System-Level-Simulators bestimmen zu können, wurde ein Teil des EEMs als eigenständige Erweiterung ausgelagert. So lassen sich die Auswirkungen der im Projekt entwickelten Optimierungsalgorithmen auf den Energieverbrauch direkt anhand von Simulationen evaluieren.

4.4 LTE für den professionellen Mobilfunk

Im Projekt LTE PMR II untersuchten wir die Eignung von LTE für die breitbandige Übertragung im “Professionellen Mobilfunk“ (engl. Professional Mobile Radio, kurz PMR), insbesondere für Anwendungen der Sicherheitsbehörden wie Polizei und Feuerwehr [KÜR10]. Auf der Basis der von der CEPT (Conférence Européenne des Administrations des Postes et des Télécommunications) definierten Anforderungsprofile für die Dienstnutzung wurden verschiedene Basis- und Katastrophenszenarien in städtischen und ländlichen Gebieten anhand von Systemlevelsimulationen untersucht. Gegenstand der Untersuchungen waren Aspekte wie zum Beispiel die Wahl geeigneter Trägerfrequen-

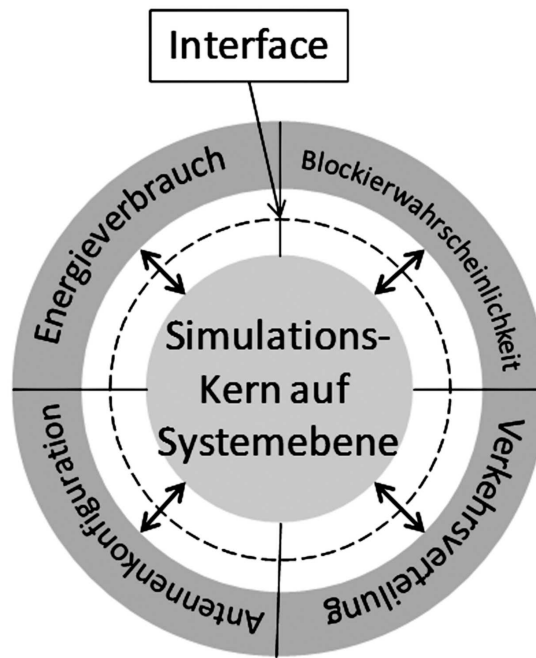


Abbildung 10: Grundprinzip der Implementierung neuer Funktionen in den vorhandenen System-Level-Simulator

zen (400 MHz vs. 700 MHz), der Einsatz mobiler Relays und der Einfluss von Scheduling-Verfahren und Soft Frequency Reuse [PEN/KÜR1].

4.5 Nahfeldmodellierung von Basisstations-Antennen

Zur Einhaltung von Grenzwerten elektromagnetischer Felder, die von Basisstationen (BS) ausgehen, ist eine möglichst genaue Kenntnis der Abstrahlcharakteristik der Sendeantennen erforderlich. Dabei ist insbesondere die elektrische Feldstärke in unmittelbarer Nähe der BS von Interesse (siehe **Abbildung 11**). Für die Standortplanung und -genehmigung liegen jedoch üblicherweise nur Fernfelddaten in Form von zweidimensionalen Horizontal- und Vertikaldiagrammen des Antennengewinns vor. Aus diesem Grund wurde für die Feldberechnung ein zweistufiger Ansatz verfolgt. Im ersten Schritt wurde die 3D-Fernfeldcharakteristik mittels eines Interpolationsverfahrens aus den zweidimensionalen Daten berechnet. Bei den eingesetzten Antennen handelt es sich je nach Anforderung um ein- oder mehrspaltige Antennen-Arrays. Da sich Nah- und Fernfeld signifikant unterscheiden können, folgt im zweiten Schritt eine Fernfeld-Nahfeld-Transformation. Hierbei können zusätzlich zur 3D-Fernfeldcharakteristik Informationen über die Array-Geometrie der BS-Antennen ausgenutzt werden. Das Gesamtverfahren wurde mittels Messdaten und numerischen Simulationen validiert.

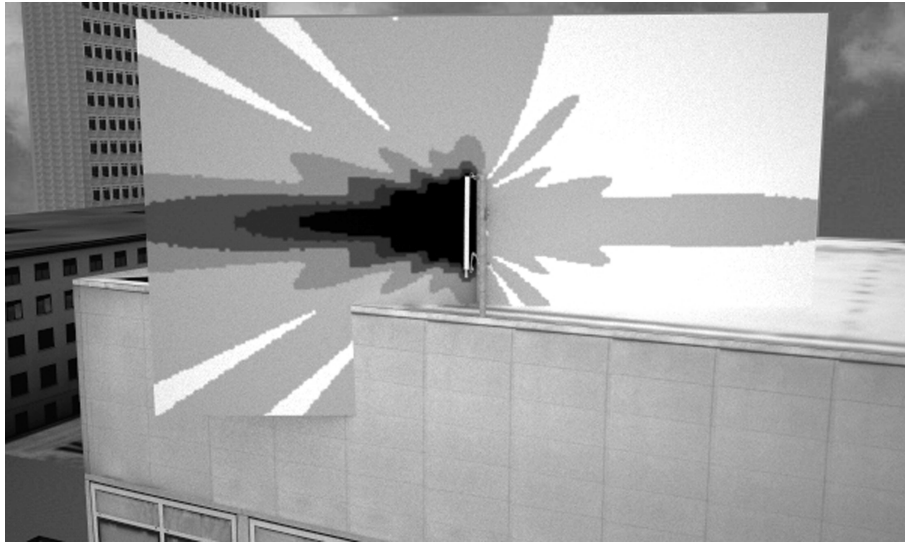


Abbildung 11: Nahfeld von Mobilfunk-Basisstationen unter Verwendung eines 3D-Antennenmodells

5. Multigigabit-Indoorkommunikation

5.1 Kanalmodelle und Systemsimulationen bei 60 GHz

Das Thema 60-GHz-Kommunikation wurde in der Abteilung auch in diesem Berichtszeitraum bearbeitet. Herr Jacob hat seine Dissertation mit dem Titel „The 60 GHz Indoor Radio Channel – Overcoming the Challenges of Human Blockage“ eingereicht. In der Arbeit wurden Funkkanalmodelle entwickelt, die insbesondere Winkelinformationen am Sender und Empfänger enthalten und die zeitvariante Abschattung durch Personen berücksichtigen. Derartige Modelle ermöglichen eine realistische Evaluation von 60-GHz-Funksystemen mit intelligenten Antennen. Ein Teil dieser Arbeiten ist auch in den Ende 2012 veröffentlichten IEEE 802.11ad WLAN-Standard eingeflossen. Herr Jacob und Prof. Kürner wurden aus diesem Anlass für die Vorarbeiten auf dem Gebiet der Kanalmodellierung mit einem „Certificate of Appreciation“ ausgezeichnet (siehe Bericht auf Seite 96). Im Rahmen eines Forschungsaufenthalts von Herrn Semkin von der Aalto University (Finnland) am IfN wurden adaptive, konforme Antennen, die an der Aalto University in Finnland entwickelt wurden, in realistischen Umgebungen auf der Basis von Ray Tracing und Human-Blockage-Modellen analysiert. Gemeinsam mit dem Fraunhofer Heinrich-Hertz-Institut wurde außerdem die menschliche Abschattung und deren Einfluss auf die breitbandigen Funkkanaleigenschaften bei 60 GHz weitergehend untersucht [JAC/PRI/KÜR1], [JAC/PRI/KÜR2]. Darauf aufbauend konnte gezeigt werden, dass Antennendiversität die Übertragungsqualität im Falle der Abschattung deutlich verbessern kann [JAC/PRI/KÜR3].

5.2 Kanalmodelle und Systemkonzeption für die THz-Kommunikation

Zusammen mit der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt wurden verschiedene Messkampagnen zur Charakterisierung von THz-Funkkanälen durchgeführt [PRI/KÜR2], [PRI/KÜR3], [PRI/KÜR4], [PRI/JAC/KÜR1]. Im Rahmen des DFG-Projektes „Kanalmodellierung und Systemkonzeption zukünftiger Terahertz-Kommunikationssysteme“ werden THz-Kanaleigenschaften und Kanalmodelle entwickelt sowie grundlegende Systemaspekte untersucht. Als wichtigstes Ergebnis in diesem Jahr ist ein stochastisches Kanalmodell für Indoorumgebungen bei 300 GHz [PRI/KÜR1], [PRI/KÜR5] entstanden, das für die Systementwicklung und Standardisierung eingesetzt werden kann. Die zugehörige Software zur Generierung von räumlichen Impulsantworten wird in kompilierter Form der Öffentlichkeit für eigene weitere Untersuchungen zur Verfügung gestellt. Weiterhin wurden auf der Basis von Ray Tracing und Link-Level-Simulationen erste grundlegende Untersuchungen zu Übertragungsverfahren – insbesondere der Kanalcodierung – sowie den Auswirkungen nicht-idealer RF-Frontends durchgeführt [REY/PRI/KÜR1], [PRI/REY/KÜR1]. Weitere Aspekte, die wir untersucht haben, sind Verfahren zur Richtungsschätzung beim Einsatz hochdirektiver Antennen, der Einsatz von ARQ-Verfahren (Automatic Repeat Request) sowie Kriterien für die Auswahl des MAC-Verfahrens (Multiple Access Control) für zukünftige Standards für die THz-Kommunikation [PRI2].

5.3 Evaluierung und Demonstration von Systemkonzepten für die THz-Kommunikation

Anfang August startete das vom IfN koordinierte Projekt TERAPAN im Rahmen der Fördermaßnahme „Validierung des Innovationspotenzials wissenschaftlicher Forschung“ (BMBF). Innerhalb der dreijährigen Projektlaufzeit soll die THz-Kommunikation mit Datenraten von bis zu 100 Gbit/s in Hinblick auf ein „Wireless Personal Area Network“ für die reale Anwendung evaluiert und ein Demonstrator entwickelt werden.

Der Projektpartner Fraunhofer IAF in Freiburg stellt die nötige m-HEMT-Technologie (Metamorphic High-electron-mobility Transistor) auf Basis von III/IV-Halbleitern zur Verfügung. An der Universität Stuttgart werden daraus geeignete Verstärker und Mischer in monolithisch integrierten Millimeterschaltungen (MMICs) implementiert, um sowohl „Single Input Single Output“ (SISO)- als auch 2x2 „Multiple Input Multiple Output“ (MIMO)-Übertragungen zu realisieren. Am IfN wird Herr Rey sowohl auf Link-Level- als auch auf System-Ebene zur Validierung beitragen. Auf der Link-Level-Ebene gilt es, vor allem unter Berücksichtigung der hohen Freiraumdämpfung (~100 dB für 10 m bei 300 GHz) und der nicht idealen Hardwareeigenschaften, geeignete Übertragungsparametersätze, beispielsweise aus direktiven Antennen in Kombination

mit Modulations- und Fehlerschutzverfahren etc., zu finden. Auf System-Ebene sollen insbesondere Konzepte zur Antennenausrichtung und -steuerung, zu Diversitätsverfahren und zu MIMO-Übertragungen evaluiert werden.

5.4 Intra-Device-Kommunikation

Im Rahmen des Kooperationsprojektes mit dem Canon Research Center France in Rennes wurde die Wellenausbreitung für zukünftige Kommunikationssysteme zur Datenübertragung innerhalb von Geräten (Intra-Device-Kommunikation) untersucht. Das Ziel dieser Untersuchungen ist die Entwicklung eines zuverlässigen Prädiktionsverfahrens als Grundlage für anschließende Systemsimulationen unter realistischen Kanalbedingungen. Zu diesem Zweck wurden verschiedene Messkampagnen mit breitbandigen Signalen bei Frequenzen von 50 GHz bis 75 GHz sowie von 270 GHz bis 320 GHz durchgeführt. Für die Messungen wurde der in **Abbildung 12** gezeigte Messaufbau entwickelt. Dieser ermöglicht die flexible Nachbildung von Strukturen innerhalb von Geräten sowie die Vermessung der Ausbreitungsbedingungen unter Verwendung eines Vektor-Netzwerk-Analysators. Die dielektrischen Parameter einer Reihe typischer Werkstoffe zur Fertigung von Gehäusen wurden ermittelt. Basierend auf diesen Ergebnissen konnte das Reflexions- und Transmissionsverhalten von dünnen Wänden mittels eines analytischen Matrix-Formalismus präzise beschrieben werden [FRI/REY/KÜR1]. Darüber hinaus wurde der Einfluss von geschlossenen Strukturen aus den betrachteten Kunststoffen untersucht. Es konnte gezeigt werden, dass die Wellenausbreitung innerhalb von Geräten einer Wellenführung ähnlich der eines Hohlleiters unterliegt [REY/FRI/KÜR1]. Sämtliche Untersuchungen wurden verwendet, um das bereits für die THz-Ausbreitungssimulation in Innenräumen optimierte Ray-Tracing Tool für die Verwendung in der Intra-Device-Kommunikation anzupassen. Parallel zu den beschriebenen Untersuchungen beschäftigten sich zwei studentische Arbeiten mit der Ausbreitungssimulation bei THz-Frequenzen. Im Rahmen eines CSE-Spezialisierungs-Projektes (Computational Science in Engineering) wurde das Potenzial einer Erweiterung der bestehenden Ray-Tracing-Umgebung mittels der Radiosity-Methode diskutiert [BA 13/711]. Eine Masterarbeit beschäftigte sich zudem mit der Analyse von Nahfeldeffekten bei der THz-Kommunikation. Diese Effekte spielen insbesondere bei der Intra-Device-Kommunikation eine wichtige Rolle, da die zu überbrückenden Distanzen innerhalb von Geräten sehr gering sind. Die Untersuchungen mittels eines Full-Wave Solvers zeigten, dass es unter den genannten Umständen zu signifikanten Abweichungen im Vergleich zur Prädiktion mittels des Ray-Tracing Tools kommen kann [MA 13/010].

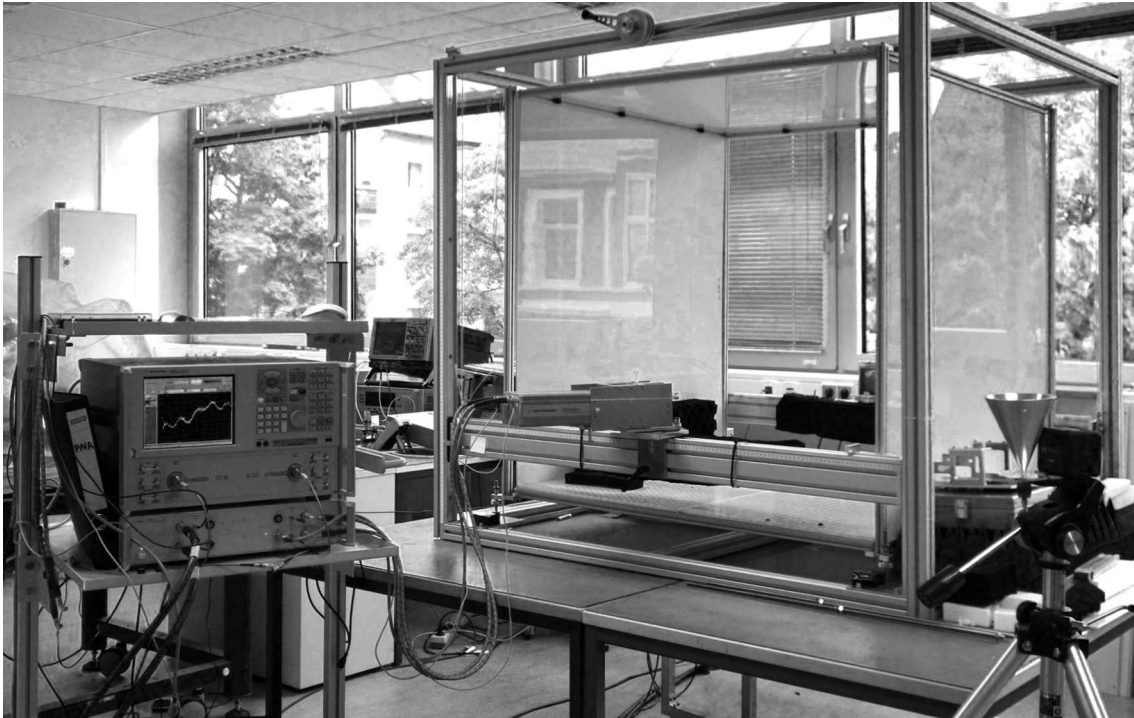


Abbildung 12: Messaufbau für Ausbreitungsmessungen zur Intra-Device-Kommunikation

6. Fahrzeug-X-Kommunikation

6.1. Kanalmodelle für die Car-to-X-Kommunikation

Nachdem sich Herr Nuckelt im vergangenen Jahr für die Dauer von 6 Wochen im Rahmen einer Short Term Scientific Mission (STSM) an der Universität Lund in Schweden aufhielt, war im Frühjahr dieses Jahres Herr Taimoor Abbas aus Lund zu Gast am Institut für Nachrichtentechnik. Während seines sechswöchigen Aufenthalts wurde an die erfolgreiche Arbeit der STSM aus dem letzten Jahr angeknüpft. Ziel der Kooperation zwischen der Universität Lund und der TU Braunschweig ist die detaillierte Charakterisierung des Mobilfunkkanals für die Fahrzeug-zu-X-Kommunikation in städtischen Gebieten. Dabei wurden durch das Zusammenführen beider Forschergruppen Synergien aus den vorhandenen Expertisen im Bereich des breitbandigen Channel-Soundings sowie der simulationsgestützten Modellierung des Funkkanals genutzt. Lag der Fokus der ersten STSM noch auf einem exemplarischen Vergleich zwischen Messung und Simulation von ausgewählten Szenarien ohne Berücksichtigung von Mehrantennensystemen (Vergleich [NUC/ABB/KÜR1]), so wurden die Forschungsarbeiten im Frühjahr 2013 ausgeweitet. Im Fokus stand dabei ein Szenario, bei dem die Ausbreitung an einer Straßenkreuzung in bebautem Gebiet modelliert wird. Um allgemeingültige Aussagen bezüglich der Charakterisierung des Funk-

kanals treffen zu können, wurden weitere urbane Szenarien der Fahrzeugkommunikation untersucht. Außerdem wurden die verfügbaren Daten von Multiple-Input Multiple-Output (MIMO)-Messungen in die Analysen einbezogen. Metriken wie Dispersionsverbreiterung, Doppler-Verschiebungen, Kanalkorrelation, Eigenwert-Zerlegung der Kanalmatrix und Antennenkorrelationen wurden anhand der Messdaten und Simulationsergebnisse abgeleitet und analysiert. Vorläufige Ergebnisse wurden auf der 7. COST IC1004 Tagung in Ilmenau präsentiert [ABB/NUC/KÜR1]. Mit den Forschungsarbeiten wird das Ziel verfolgt, ein einfaches und universell einsetzbares Kanalmodell für urbane Kreuzungsszenarien zu entwerfen.

6.2 Hybrides LTE/IEEE 802.11p-System für die Car-to-X-Kommunikation

Mit dem Projekt CellCar startete zum 1. Januar diesen Jahres ein dreijähriges Forschungsvorhaben aus dem Kompetenzfeld der Fahrzeugkommunikation, welches gemeinsam mit dem Qatar Mobility Innovations Center (QMIC) in Doha, Qatar, durchgeführt wird. Ziel des Projektes ist die Entwicklung von Ansätzen zur Konzipierung einer hybriden Kommunikationsarchitektur, die die Ad-hoc-Fahrzeugkommunikation auf Basis des Standards IEEE 802.11p und LTE als zellulares Infrastrukturnetz miteinander kombiniert. Die Motivation hierfür resultiert zum einen aus der potentiell guten Eignung von LTE für hohe Mobilität in Kombination mit hohen Datenraten und geringen Latenzzeiten und zum anderen aus der eingeschränkten Kommunikationsreichweite der reinen Ad-hoc-Fahrzeugkommunikation. Durch eine geeignete Kombination beider Systeme könnte in Zukunft die Zuverlässigkeit potentieller Anwendungen, z. B. im Bereich der kooperativen Verkehrssicherheit, deutlich erhöht werden. Gleichzeitig kann die Einbeziehung eines zellularen Funknetzes dazu beitragen, das Spektrum an denkbaren Anwendungen, etwa im Bereich der Verkehrseffizienz, deutlich auszuweiten. Zunächst standen die detaillierte Analyse und Definition von Anforderungen an die Kommunikation für verschiedene Anwendungsfälle eines möglichen Systems im Vordergrund. Als Fundament für die zukünftigen Simulationsstudien wurde in der zweiten Jahreshälfte mit der Definition von Referenzszenarien begonnen. Auf Basis der 3D-Gebäude- und Geländedaten eines etwa 140 km² großen Bereichs der Stadt Doha wird ein realistisches LTE-Netz entworfen. In Kombination mit auf GPS-Daten basierender Nutzermobilität können so kritische Verkehrssituationen identifiziert und als Referenzszenario für verschiedene Anwendungsfälle definiert werden. Eine wichtige Grundlage im weiteren Verlauf des Projektes bilden umfangreiche Untersuchungen zur individuellen Performance beider involvierter Systeme, die letztlich dazu herangezogen werden, entsprechende Algorithmen und Protokolle für die hybride Kommunikationsarchitektur abzuleiten. Hierfür werden unter anderem die am Institut für Nachrichtentechnik entwickelte LTE-System-Level-Simulationsplattform sowie der IEEE 802.11p Physical-Layer-Simulator eingesetzt und diese entsprechend

den Anforderungen erweitert. Ziel ist es, mit Hilfe der umfangreichen Simulationsstudien jeweils individuelle Vor- und Nachteile der Systeme zu identifizieren sowie ausgehend hiervon Lösungsansätze für die optimale Verteilung des Nachrichtenaustauschs zwischen Verkehrsteilnehmern für beide involvierte Kommunikationssysteme zu entwickeln. Einen ersten Ansatz lieferte Herr Möller bereits im Rahmen seiner Masterarbeit [MA 13/003], die sich mit der Performance-Evaluierung des LTE Physical Layer in Anwendungen der Fahrzeugkommunikation beschäftigte. Die Ergebnisse zeigen hierbei, dass LTE auch in zeit- und frequenzselektiven Mehrwegekanälen eine sehr gute Leistungsfähigkeit aufweist sowie in bestimmten Situationen einer IEEE 802.11p-basierten Kommunikation vorzuziehen ist.

6.3 Kommunikation entlang von Hochgeschwindigkeits-Eisenbahnstrecken

Herr Guan hat verschiedene deterministische [GUA/KÜR3], [GUA/KÜR6] und semi-deterministische [GUA/KÜR4], [GUA/KÜR2] Ausbreitungsmodelle für die Prädiktion entlang von Hochgeschwindigkeits-Eisenbahnstrecken entwickelt. Die Modelle konnten dabei durch Ergebnisse größerer Messkampagnen entlang von Hochgeschwindigkeitsstrecken in China verifiziert werden. Ein besonderes Augenmerk lag auf der Modellierung des Einflusses von Brücken und Bahnhöfen [GUA/KÜR1], [GUA/KÜR5] entlang der Strecken. Brücken und Bahnhöfe lassen sich dabei als sogenannte „halboffene“ Strukturen modellieren, bei denen ein Teil der elektromagnetischen Wellen an der Struktur gebeugt wird und ein anderer Teil durch die Struktur hindurchläuft. Dabei ist es gelungen, die dabei entwickelten Ansätze soweit zu verallgemeinern, dass diese auch für bestimmte Szenarien in der Intra-Device-Kommunikation eingesetzt werden können.

7. Verbesserung der Genauigkeit von Satellitennavigations-Systemen

Die Arbeiten zum Thema Navigation im Rahmen des BERTA-Projektes wurden weitergeführt. Ziel ist die Verbesserung der Genauigkeit von Satellitennavigationssystemen durch die Unterdrückung von Mehrwegeausbreitungseffekten. Mehrwegeausbreitung verursacht eine Überlagerung verschiedener Repliken der originalen Satellitensignale, was zu Verfälschungen in den Code- und Trägerphasenbeobachtungen führt. Die Forschungsarbeiten teilen sich in zwei Bereiche, die Untersuchung der Wellenausbreitung im L1-Band (1,575 GHz) sowie die Entwicklung eines Software-Defined-Radio-(SDR-)Empfängers.

Im Bereich der Wellenausbreitungsmodellierung wurden verschiedene Messkampagnen durchgeführt. Der Einfluss von Beugung an Kanten wurde durch eine GPS-(Global Positioning System-)Messkampagne auf dem Messdach des Geodätischen Instituts Hannover der Leibniz Universität Hannover untersucht

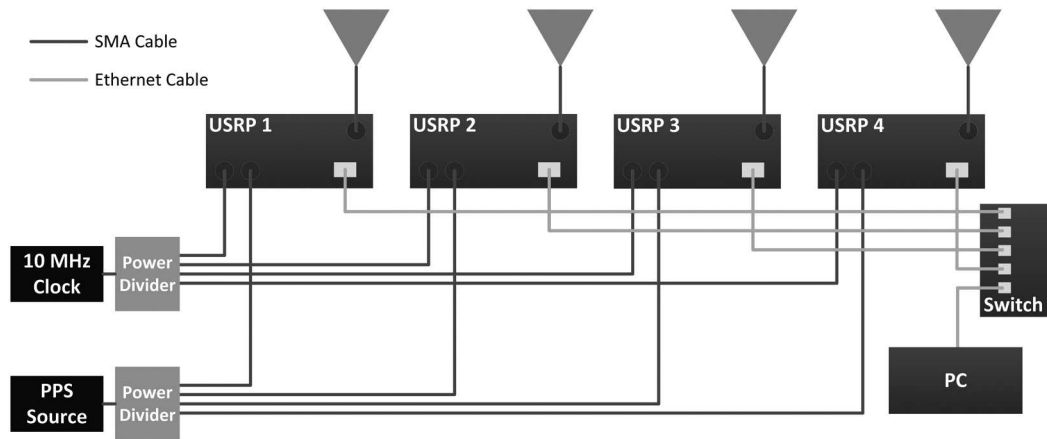


Abbildung 13: Darstellung des SIMO-SDR-Empfängers auf Basis der USRP-Plattform mit Synchronisierungsnetzwerk (SMA: Kabeltyp; PPS: Puls pro Sekunde)

[LIS/KÜR1]. Außerdem wurde in der PTB ein Experiment mit einem einzigen Bodenreflektor realisiert und die Messergebnisse mit Ray-Tracing-Simulationen verglichen [LIS/KÜR3]. Zusammen mit dem Institut für Erdmessung wurde ein Buchkapitel mit einem Überblick über den Einfluss von Mehrwegeausbreitung in Satellitennavigationssystemen geschrieben [LIS1].

Weiterhin wurde ein im vergangenen Jahr entstandener SDR-Empfänger weiterentwickelt. In [LIS/KÜR2] wurden die Ergebnisse einer auf der Terrasse des Hauses der Nachrichtentechnik durchgeführten Messkampagne veröffentlicht. Außerdem wurde auf Basis der USRP-(Universal Software Radio Peripheral-)Plattform ein SIMO-(Single-Input-Multiple-Output-)Empfänger aufgebaut [MA 13/005]. Vier USRPs nehmen parallel und gleichzeitig Satellitennavigationssignale auf und kommunizieren mit einem Rechner durch eine Gigabit-Ethernet-Verbindung (siehe **Abbildung 13**). Um die Abtastwerte gleichzeitig aufzunehmen, wurde ein Takt- und Triggersplitter entwickelt.

Personelle Veränderungen

Im ablaufenden Jahr konnten wir die folgenden neuen Mitarbeiter begrüßen, die sich anschließend mit Foto und kurzem Text selbst vorstellen:

Name	Berufsbezeichnung	Einstellungsdatum
Peter Transfeld	wiss. Mitarbeiter	15.02.2013
Hendrik Hoffmann	wiss. Mitarbeiter	15.04.2013
Andreas Möller	wiss. Mitarbeiter	16.05.2013
Fouad Slimane	wiss. Mitarbeiter	01.07.2013
Patrick Meyer	wiss. Mitarbeiter	15.10.2013
Johannes Abel	wiss. Mitarbeiter	15.11.2013

Fouad Slimane: I was born in a small city named Chebba in the Mahdia Governorate of Tunisia in 1981. I graduated in Computer Sciences Engineering in 2004 from the National Engineering School of Sfax, Tunisia. I received my master degree in Computer Sciences in 2005 from the University of Rouen, France. In June 2013, I received the PhD degree from the University of Fribourg, Switzerland in joint collaboration with National Engineering School of Sfax, Tunisia. In 2012, I got a scholarship from the Swiss National Science Foundation (SNSF) to do a Postdoc after my PhD. Since July 2013, I have been working as a Postdoc with Dr. Volker Märgner at the Institute for Communications Technology (IfN), Department of Signal Processing for Mobile Information Systems, Braunschweig. My research interests include image processing and analysis, neural networks, pattern recognition, Arabic text recognition and Hidden Markov Models. I am a frequent reviewer for international journals and conferences. In my free time, I like traveling and tinker mechanical machines. I am married to Amira Ben Mansour since 2009.



Peter Transfeld: Geboren wurde ich am 7. Juni 1988 in der Rheinmetropole Köln. 19 Jahre später verließ ich mit einem naturwissenschaftlich geprägten Abitur das städtische Gymnasium und zog zum Studium ins schöne Lübeck. Ich begann dort, zunächst als Zweitwahl gedacht, das Studium der „Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften“, doch schon nach kurzer Zeit stellte ich fest, dass ich mit dieser Studienrichtung weitaus zufriedener war als mit der vorherigen Idee eines Biowissenschaftlichen Studiums. So schloss ich nach weiteren drei Jahren mein Bachelor-Studium ab und lernte im Master-Studium die Welt der Signal- und Bildverarbeitung kennen. Nach meinem Abschluss begann ich dann mit der Suche nach Doktorandenstellen in ganz Deutschland und wurde nach kurzer Zeit am IfN in der Abteilung Signalverarbeitung fündig. Hier beschäftige ich mich nun mit akustischem Beamforming und Geräuschklassifikation. Außerhalb der Arbeit findet man mich beim Kochen, Fotografieren, Geocachen, Laufen, Schwimmen und beim Musikhören oder -machen.



Johannes Abel: Ich wurde am 9. August 1987 in Bassum geboren. Bedingt durch einen Arbeitsplatzwechsel meines Vaters zog es meine Familie nach Bad Salzungen. Hier machte ich 2007 mein Abitur am Rudolph-Brandes-Gymnasium und fing noch im selben Jahr mit dem Studium der Informations-Systemtechnik an der TU Braunschweig an. Nach meiner Bachelorarbeit am IfN wurde ich als HiWi eingestellt und durfte bei einem DFG-Erkenntnistransferprojekt unterstützend mitwirken. Die Masterarbeit habe ich im Kontext des Projekts verfasst. Seit November 2013 bin ich Wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Abteilung Signalverarbeitung. Vor meiner Tätigkeit am IfN war ich am Gauß-IT-Zentrum eingestellt. Als studentischer Vertreter habe ich während der ersten drei Mastersemester dem IT-Lenkungsausschuss (ehem. EDV-Kommission) der TU Braunschweig angehört. In meiner Freizeit verreise ich gerne.



Patrick Meyer: Ich wurde am 1. April 1987 in Wolfsburg geboren. Nach dem Abitur am Albert-Schweitzer-Gymnasium im Jahre 2006 absolvierte ich meinen Zivildienst und begann anschließend zum Wintersemester 2007 mein Studium der Elektrotechnik an der TU Braunschweig. Während meines Studiums war ich eine Zeit lang als HiWi am Institut für Nachrichtentechnik (IfN) beschäftigt und absolvierte Praktika bei der IAV in Gifhorn, Beyerdynamic in Heilbronn und Rohde & Schwarz in München. Sowohl meine Bachelorarbeit als auch meine Masterarbeit habe ich am IfN geschrieben und mein Studium im Oktober 2013 beendet. Am 15. Oktober 2013 habe ich als Promotions-Stipendiat in der Abteilung Signalverarbeitung angefangen. In meiner Freizeit spiele ich gerne Fußball, schaue Filme und Serien, höre viel Musik und spiele Klavier und Gitarre.



Andreas Möller: Geboren wurde ich am 27. April 1985 in Bad Salzungen und wuchs im thüringischen Sünna auf. Nach Abitur und Wehrdienst studierte ich zunächst einige Semester Wirtschaftsingenieurwesen an der TU Braunschweig. Jedoch zog es mich 2008 zurück in die heimische Rhön, wo ich an der Hochschule Fulda ein Studium der Elektrotechnik und Informationstechnik absolvierte, das ich mit einer Bachelorarbeit bei der Hypercom GmbH in Bad Hersfeld im Frühjahr 2011 abschloss. Zum Sommersemester 2011 führte mich mein Weg für ein Masterstudium der Informations-Systemtechnik zurück an die TU Braunschweig. Bereits an Nachrichtentechnik interessiert, belegte ich zahlreiche vom IfN angebotene Vorlesungen und schloss das Studium hier in der Fahrzeugkommunikation mit einer Masterarbeit im Bereich LTE im April 2013 ab. Seit dem 16. Mai 2013 arbeite ich als Wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Abteilung Mobilfunksysteme, wo ich mich im CellCar-Projekt mit Ansätzen zur Gestaltung eines hybriden Kommunikationssystems für die Fahrzeugkommunikation bestehend aus LTE und IEEE 802.11p beschäftige. Meine Freizeit widme ich Filmen, Büchern und Musik und genieße die Zeit mit Freunden und Familie.



Hendrik Hoffmann: Geboren wurde ich am 19. Oktober 1986 in Braunschweig. Nach dem Abitur 2006 absolvierte ich meinen Grundwehrdienst in Munster. Schon früh hatte ich Interesse an jeder Form von Technik. Während der Schulzeit finanzierte ich meine Hobbies durch das Erstellen von Websites für kleine Unternehmen. Während des Studiums der Informations-Systemtechnik wuchs mein Interesse für Nachrichtentechnik. Mein Bachelorstudium schloss ich mit einer Arbeit im Bereich der Car-to-X-Kommunikation ab. Meinen Master vertiefte ich anschließend ebenfalls im Bereich Nachrichtentechnik. Um die Arbeitswelt in der Industrie und eine andere Kultur kennen zu lernen, entschloss ich mich, ein halbes Jahr bei Ericsson in Linköping, Schweden, als Praktikant zu arbeiten. Mein Masterstudium schloss ich im nachfolgenden Semester mit einer Arbeit zur Handover-Prädiktion bei GSM und UMTS ab. Seit dem 15. April 2013 arbeite ich als Wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Abteilung Mobilfunksysteme. Ich beschäftige mich im Rahmen des SEMAFOUR-Projektes im Wesentlichen mit der dynamischen Zuweisung von Spektrum an Mobilfunkzellen. In meiner Freizeit verbringe ich viel Zeit mit meinen Freunden und treibe Sport. So haben ein Kommilitone und ich während des Studiums sowohl das Klettern als auch den Triathlon entdeckt.



Wir bedanken uns bei den folgenden Mitarbeitern, die uns im Berichtszeitraum verlassen haben, für die gute Zusammenarbeit und wünschen ihnen für den weiteren Lebensweg alles Gute:

Name	Berufsbezeichnung	Beschäftigungszeitraum
Kin Lien Chee	wiss. Mitarbeiter	01.11.2012 – 28.02.2013
Huajun Yu	wiss. Mitarbeiter	01.11.2007 – 30.04.2013
Florian Pflug	wiss. Mitarbeiter	01.12.2008 – 31.05.2013
Philipp Hasse	wiss. Mitarbeiter	01.07.2008 – 30.06.2013
Ke Guan	wiss. Mitarbeiter	29.08.2011 – 16.08.2013
Sebastian Priebe	wiss. Mitarbeiter	15.01.2010 – 30.09.2013

Jubiläen und persönliche Ereignisse

Name	Datum	Anlass
Prof. Ulrich Reimers	01.04.2013	20 Jahre IfN
Prof. Thomas Kürner	02.06.2013	10 Jahre IfN
Uwe Hellrung	01.08.2013	30 Jahre IfN
Boguslaw Brandt	15.11.2013	25 Jahre öffentlicher Dienst

Braunschweiger Bürgerpreis 2012 für Stefan Ilsen

Der folgende Text erschien unter dem Titel „Sie sind stark im Studium und setzen sich für andere ein“ als Online-Beitrag der Braunschweiger Zeitung im Dezember 2012:

„Fünf Studenten der TU bekamen am Donnerstagabend im Landesmuseum ein ganz besonderes Nikolausgeschenk. Sie wurden mit dem Braunschweiger Bürgerpreis für herausragende Studienleistungen ausgezeichnet, der mit je 1500 Euro dotiert ist. Mit dem Preis werden Studenten geehrt, die sehr gute Studienleistungen erbringen und sich nebenbei sozial engagieren. Finanziert wird der Preis, der als Motivationspreis schon während des Studiums vergeben wird, aus den Erlösen der Stiftung Braunschweiger Bürgerpreis, die 1996 von der engagierten Braunschweigerin Lieselotte Alter gegründet wurde ...“



Die Preisträgerinnen und Preisträger

(v. l. n. r.: Senem Göcmen, Stefan Ilsen, Inka Dreßler, Lennart Bohnenkamp, Laura van den Heuvel), hinter dem Rednerpult Prof. Dr. J. Hesselbach, Präsident der Technischen Universität Braunschweig

Auszeichnung durch IEEE Standards Association für Martin Jacob und Prof. Kürner

Für ihre Beiträge zur Kanalmodellierung im Rahmen der Entwicklung des neuen 60-GHz-WLAN-Standards IEEE 802.11ad sind unser wissenschaftlicher Mitarbeiter Martin Jacob und Prof. Kürner ausgezeichnet worden. Die aus den Jahren 2009 und 2010 stammenden Beiträge bestehen dabei im Wesentlichen aus Modellen zur Berücksichtigung von Abschattungseffekten durch Personen. Diese sind Teil des Kanalmodells, das für Systemsimulationen bei der Entwicklung des Standards herangezogen wurde. Die Urkunden der IEEE Standards Association („Certificate of Appreciation for outstanding contribution to the development of IEEE Standard 802.11 ad – 2012“) wurden Prof. Kürner am 20. März 2013 im Rahmen der IEEE 802 Plenary in Orlando, USA, durch den Chairman der IEEE 802.11 Task Group ad, Eldad Pereiha, übergeben.

Thomas Kürner

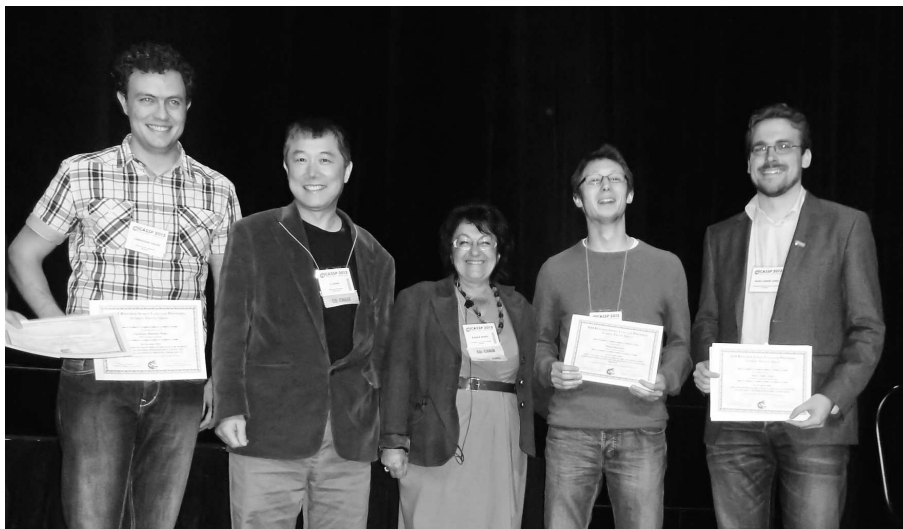


**Eldad Pereiha (Chairman IEEE 802.11 Task Group ad)
und Prof. Kürner bei der Preisverleihung**

IBM und Google Best Student Paper Award für Marc-André Jung

Bei der diesjährigen „International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing“ (ICASSP) in Vancouver, Kanada, war das IfN mit Beiträgen von Herrn Jung, Herrn Bauer und Herrn Pflug vertreten. Herr Jung stellte dort seinen Beitrag „Towards Reproducible Evaluation of Automotive Hands-free Systems in Dynamic Conditions“ [JUN/FIN2] in Form einer Posterpräsentation vor. Koautoren waren sein Bachelorstudent Herr Lucca Richter und Professor Fingscheidt. Dieses Paper wurde gleich zweifach für seinen wissenschaftlichen Beitrag und seine herausragende Qualität mit einem Best Paper Award ausgezeichnet, die beide in Form eines Travel Grants zuerkannt wurden: Einmal mit dem „IBM Research Spoken Language Processing Student Travel Grant“ und zum Zweiten mit dem „Google ICASSP Travel Fund Award“. Beides sind Auszeichnungen für die besten Beiträge der Konferenz mit studentischen Autoren und mit jeweils 500 USD prämiert. Die ausgezeichnete Arbeit beschäftigt sich mit der reproduzierbaren, flexiblen Untersuchung und Qualitätsbeurteilung von Freisprechsystemen in dynamischen Fahrzeugumgebungen und präsentiert somit eine Alternative auf Simulationsbasis zu einer entsprechenden Methode aus den ITU-T-Empfehlungen. Somit ist es nun erstmals möglich, eine zeitlich veränderliche Fahrzeuginnenraumakustik auf reproduzierbare Art nachzubilden.

Marc-André Jung



Die beiden General Chairs der ICASSP-Konferenz, Li Deng (Zweiter von links) und Rabab Ward (Mitte), gratulieren den Gewinnern des „IBM Research Spoken Language Processing Student Travel Grants“. Zusätzlich zu dieser Auszeichnung erhielt Herr Jung (rechts) auch den „Google ICASSP Travel Fund Award“

ITS-Niedersachsen-Studierenden-Preis 2013 für Andreas Möller

Für seine Masterarbeit „Performance-Studie des Mobilfunkstandards LTE für Anwendungen in der Fahrzeugkommunikation“, die er im April 2013 in der Abteilung Mobilfunksysteme abschloss, ist unser Wissenschaftlicher Mitarbeiter Andreas Möller mit dem ITS-Niedersachsen-Studierendenpreis 2013 ausgezeichnet worden. Herr Andreas Möller hatte im Rahmen seiner Masterarbeit die Aufgabe, die Leistungsfähigkeit des LTE Physical Layers für den Anwendungsbereich der Fahrzeugkommunikation zu untersuchen. Im Open-Source-Simulator der TU Wien hat er unterschiedliche Kanalmodelle implementiert und auf dieser Grundlage die Performanz von LTE im Vergleich zu IEEE 802.11p in typischen Szenarien für die Fahrzeugkommunikation bewertet. Die Preisverleihung fand am 14. November 2013 im Rahmen des Braunschweiger Verkehrskolloquiums statt.

Thomas Kürner



Günther Kasties (stellvertretender Vorsitzender von ITS Niedersachsen) überreicht Andreas Möller (rechts) den ITS-Niedersachsen-Studierenden-Preis

Walter-Kertz-Preis für Dr. Sebastian Priebe

Auf der Absolventenfeier der Fakultät Elektrotechnik, Informationstechnik, Physik am 15. November 2013 durfte Dr. Sebastian Priebe den Walter-Kertz-Preis für die beste Dissertation an der Grenze zwischen Elektrotechnik/Informationstechnik und der Physik in Empfang nehmen. Dieser mit 3000 Euro dotierte Preis wurde von Dr. Kögler, Ehrendoktor der Fakultät, in Erinnerung an seinen Lehrer und Gründer des Instituts für Geophysik und extraterrestrische Physik gestiftet und wird seit 2008 vergeben. Herr Dr. Priebe hat von 2010 bis 2013 in der Abteilung Mobilfunksysteme seine Dissertation mit dem Thema „Towards THz Communications: Propagation Studies, Indoor Channel Modeling and Interference Studies“ verfasst und die Prüfung am 19. Februar 2013 mit der Note „Mit Auszeichnung bestanden“ erfolgreich abgelegt. In seiner Arbeit beschäftigt sich Herr Dr. Priebe schwerpunktmäßig sowohl mit deterministischen als auch mit stochastischen Kanalmodellen für die THz-Kommunikation in Innenräumen und bezieht zudem den Einfluss nichtidealer Antenneneigenschaften und deren Auswirkung im Hinblick auf deren Ausrichtungsgenauigkeit ein. Darüber hinaus werden in der Dissertation von Herrn Dr. Priebe auch die Ausbreitungseigenschaften in den für die praktische Anwendung wichtigen Störszenarien gegenüber passiven Erdbeobachtungssatelliten untersucht. Mit dieser Arbeit wird eine Brücke zwischen den physikalischen Ausbreitungsphänomenen einerseits und der Modellierung des Verhaltens von Kommunikationssystemen andererseits geschlagen.

Thomas Kürner



**Dr. Sebastian Priebe erhält den Walter-Kertz-Preis
(v. l. n. r.: Prof. Kürner, Dr. Priebe, Prof. Waag)**

Ein „Tower Overlay über LTE-A+“

Weltweit wächst die Zahl der Tablet PCs und Smartphones rapide. Deren Displays können Video in hoher Qualität darstellen. Die Marktforschung prognostiziert, dass die Videonutzung auf derartigen Geräten exponentiell zunehmen wird. Video wird voraussichtlich auch auf Tablet PCs und Smartphones immer häufiger „live“ gesehen werden – insbesondere bei großen Sport-Events. In der Vergangenheit entstanden Systeme wie DVB-H, um diese Anwendung zu ermöglichen. Außerhalb Asiens war keines dieser Systeme erfolgreich. Mobilfunknetze werden nicht in der Lage sein, die zunehmende Nachfrage nach „live“ Video zu befriedigen. Es wäre außerdem ineffizient, „live“ Video und Audio mit der für eine Darstellung auf den hochwertigen Displays von Tablet PCs benötigten Datenrate von 1,4 Mbit/s oder mehr in tausenden Mobilfunknetz-Zellen und möglicherweise parallel in den Netzen mehrerer Mobilfunknetzbetreiber bereitzustellen.

Einen neuen Ansatz, Tablet PCs und Smartphones mit Hochqualitäts-Video zu versorgen, hat das Institut für Nachrichtentechnik (IfN) der Technischen Universität Braunschweig entwickelt. Hierbei werden sogenannte High-Power-High-Tower-Netze eingesetzt. Die LTE-A+¹-Endgeräte sind in einem Mobilfunknetz eingebucht, über das auch die benötigte Signalisierung bereitgestellt wird. Der Videostrom wird über das möglicherweise von mehreren Mobilfunknetzbetreibern gemeinsam genutzte High-Power-High-Tower-Netz ausgestrahlt und entlastet damit die Mobilfunknetz-Zellen. Die bei der International Broadcast Convention (IBC 2013) gezeigte Lösung verwendet DVB-T2 als Träger des zusätzlichen LTE-A+-Downlinks. Die LTE-A+-Signale sind in Future Extension Frames (FEF) eingebettet, die der DVB-T2-Standard bereitstellt.

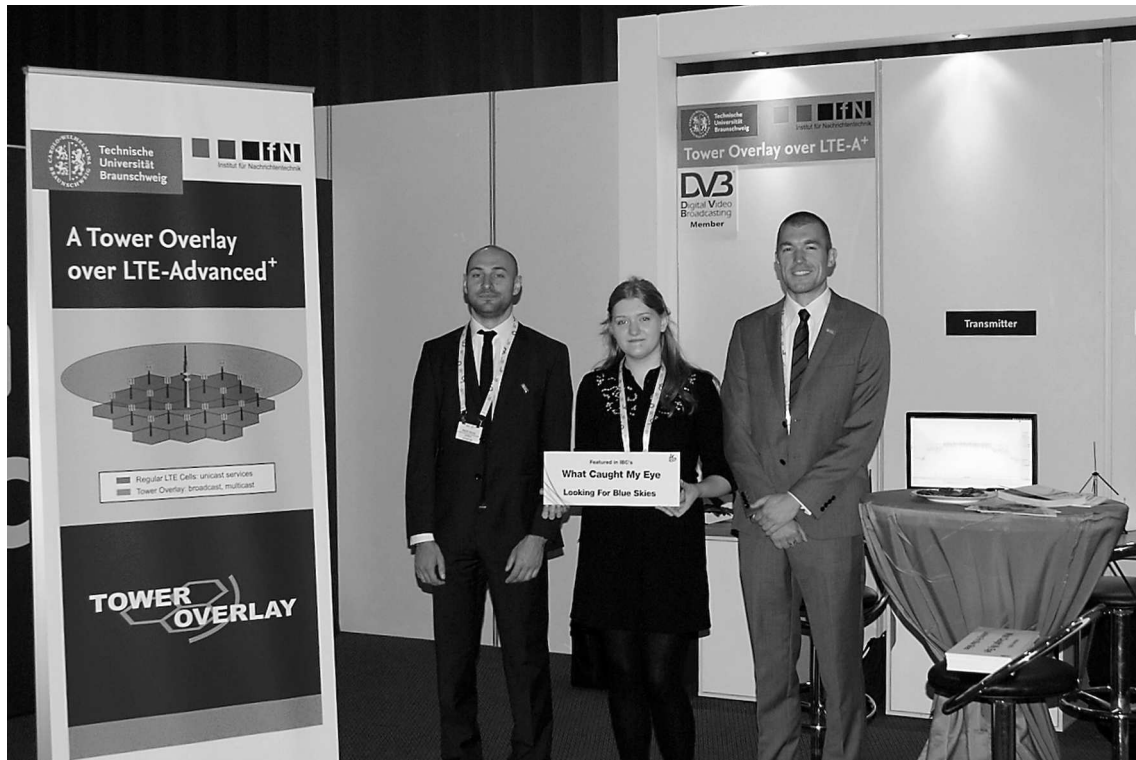
High-Power-High-Tower-Netze sind bereits in Betrieb – sie werden für die terrestrische TV-Übertragung eingesetzt. DVB-T2 ist der leistungsfähigste Standard für das terrestrische TV. DVB-T2 ist in zahlreichen Ländern eingeführt. Um den Übergang vom klassischen Fernsehen zur Übertragung von Hochqualitäts-Video zu LTE-A+-Endgeräten zu erleichtern, verwendet das IfN DVB-T2 als Übertragungssystem. FEFs ermöglichen es, unterschiedliche Signalfomate innerhalb eines DVB-T2-Signales unterzubringen. LTE-A+-Endgeräte benötigen daher keine DVB-T2-Frontends. Andere Broadcast-Systeme werden zukünftig hoffentlich ebenfalls eingesetzt werden können – beispielsweise ATSC 3.0 oder FOBTv. Auch eine spezifische LTE-A+-Lösung ist denkbar.

Bei der IBC 2013 zeigte das IfN „Tower Overlay über LTE-A+“ „live“. Ein hybrider Modulator erzeugte ein DVB-T2-Signal mit in Future Extension Frames eingebettetem LTE-A+. Das Signal wurde im TV-Kanal 31 (554 MHz) übertragen. Zwei Endgeräte empfangen das Signal „live“. Das erste war ein klassischer und

¹LTE-A+ ist ein Begriff, den das IfN für eine mögliche Weiterentwicklung von LTE-A verwendet.

unveränderter DVB-T2-Fernsehempfänger. Das zweite war ein Tablet PC, der das LTE-A+-Video darstellte, das über die FEFs angeliefert wird. Der Demonstrator basiert auf dem vom IfN entwickelten leistungsfähigen Software Defined Radio (SDR) Framework.

Ulrich Reimers



Voller Freude nehmen Herr Palka und Herr Juretzek an unserem Stand auf der IBC die Plakette „What Caught My Eye“ in Empfang

SEMAFOUR weltweit

Im europäischen SEMAFOUR-Projekt entwickeln wir Algorithmen für die Selbstorganisation von Mobilfunknetzen (Self-Organizing Networks: SON). Eines der grundlegenden Ziele des SEMAFOUR-Projektes war es, frühzeitig mit Simulationen zu starten, um zum einen Ergebnisse zeigen und zum anderen das Projekt an sich präsentieren zu können und darauf aufmerksam zu machen. Hierzu diente als Grundlage die Arbeit aus dem Umfeld des Policy Based SON Managements (PBSM). PBSM transformiert konkrete Wünsche und Strategien der Mobilfunkbetreiber so, dass sich das Netz durch unterschiedliche SON-Funktionen und die verschiedenen Einstellmöglichkeiten genauso verhält, wie es der Netzbetreiber vorgibt.



**Herr Hahn am SEMAFOUR-Stand auf der
Future Internet Assembly in Lissabon**

Die Ergebnisse waren Grundlage für den ersten SEMAFOUR-Demonstrator, der am IfN entwickelt wurde. Insgesamt wurde der Demonstrator bis jetzt dreimal von Herrn Hahn vorgestellt. Erste Station war die Future Internet Assembly (FIA) vom 8. bis 10. Mai 2013 in Dublin. Die zweite Station war der Workshop on Self-Organizing Networks (IWSN), der am 2. Juni dieses Jahres im Rahmen

der VTC in Dresden stattfand. Die vorerst letzte Station war die Future Internet and Mobile Summit (FuNeMs) vom 3. bis 5. Juli in Lissabon.

Auf allen Stationen wurde der Demonstrator ein ums andere Mal sehr gelobt. Mit Erstaunen wurde jedes Mal registriert, dass das Projekt bereits im ersten Jahr Ergebnisse in Form einer aussagekräftigen Demonstration vorstellen konnte. Eine Weiterentwicklung des Demonstrators wurde vom 6. bis 8. November auf der ICT 2013 (Information and Communication Technology) in Vilnius präsentiert.

Sören Hahn

CellCar-Projekt in Qatar gestartet

Im Jahr 2013 startete ein vom Qatar National Research Fund über einen Zeitraum von drei Jahren gefördertes Projekt „CellCar – Advanced Cellular Technologies for Connected Cars“. Zusammen mit dem Qatar Mobile Innovations Center (QMIC) wird von der Abteilung Mobilfunksysteme in dem Projekt ein aus LTE und IEEE 802.11p bestehender hybrider Ansatz für die Fahrzeug-Fahrzeug- und Fahrzeug-Infrastruktur-Kommunikation untersucht. Eines der Hauptanwendungsfelder ist die Verkehrssteuerung, die insbesondere im Hinblick auf die Fußball-Weltmeisterschaft 2022 für Qatar von besonderer Bedeutung ist. Das erste Projekttreffen, an dem die wissenschaftlichen Mitarbeiter Andreas Möller und Jörg Nuckelt sowie Prof. Kürner teilnahmen, fand Ende Mai im Qatar Science and Technology Park in Doha statt.

Thomas Kürner



Das CellCar-Projektteam beim Projekttreffen im Qatar Science and Technology Park in Doha (v.l.n.r.: Dr. Menouar, Herr Möller, Dr. Hameed, Herr Nuckelt, Prof. Kürner, Dr. Filali)

Festveranstaltung anlässlich der Promotion vor 50 Jahren

Erstmalig lud die Fakultät für Elektrotechnik, Informationstechnik, Physik ehemalige Kollegen zu einer Festveranstaltung ein, die vor (ungefähr) 50 Jahren in Braunschweig zum Dr.-Ing. promoviert worden waren. Aus dem IfN dabei war Dr. Siegfried Seinecke, dem diese akademische Würdigung im Jahr 1962 für seine Dissertation zu den Restseitenbandfehlern bei dem amerikanischen Farbfernsehstandard NTSC zuteil geworden war. Das Foto zeigt ihn mit der Ehrenurkunde, umringt vom Dekan der Fakultät, Prof. Andreas Waag (rechts), und Prof. Reimers. Alle zwei Jahre soll eine derartige Veranstaltung nun wiederholt werden. Das Buch zur Geschichte des IfN (1927 bis 1997) wird es uns gestatten, die „50-jährigen“ zu identifizieren. Wer hätte gedacht, dass dieses von Prof. Elsner herausgegebene Werk einmal eine solche Bedeutung erhalten würde?

Ulrich Reimers



**Der Jubilar nach der Verleihung der Ehrenurkunde
(von links: Prof. Reimers, Dr. Seinecke, Prof. Waag)**

Zukunftstag für Mädchen und Jungen

Am 25. April fand in Niedersachsen erneut der „Zukunftstag für Mädchen und Jungen“ statt, an dem sich auch das Institut für Nachrichtentechnik beteiligte. Nach einer kurzen Begrüßung durch die Hochschulleitung im Haus der Wissenschaft wurden die insgesamt zehn Teilnehmerinnen der Klassenstufen fünf bis sieben zum Institut geführt, um einen Einblick in die Arbeitswelt der Kommunikationstechnik zu erhalten. Zunächst präsentierte die Abteilung Signalverarbeitung einen Demonstrator zur Sprecher-Erkennung. Es konnte eine Freiwillige gewonnen werden, welche mit der Erstellung eines Sprechermodells einen Modell-Trainingsprozess praktisch umsetzte. Anschließend versuchten die Schülerinnen, die Sprecherverifikation zu überlisten und sich als die trainierte Person auszugeben. Eindruck hinterließ dabei, dass dies selbst der besten Freundin nicht möglich war. Als nächstes ging es in das Fernsehstudio der Abteilung Elektronische Medien. Dort hatten die Mädchen die Möglichkeit, Kameraführung, Green-Screening oder das Überblenden von Videosignalen einmal selbst auszuprobieren. Als letzte Station konnten die Schülerinnen in einem Planspiel der Abteilung Mobilfunksysteme versuchen, einmal selbst ein Handynetz aufzubauen. Die angestellten Überlegungen wurden abschließend durch einen Blick vom Dach des Architektur-Hochhauses, „aus der Perspektive einer Antenne“, noch einmal veranschaulicht. Den Abschluss des Programms bildete ein gemeinsames Mittagessen in der Mensa, bei dem die Schülerinnen noch einmal die Gelegenheit hatten, mit den Mitarbeitern ins Gespräch zu kommen.

Alexander Fricke



Griff in die Trickkiste: Hands-on im Fernsehstudio

Assistentenexkursion 2013

Neben der Erweiterung des sowohl wissenschaftlichen als auch kulturellen Horizonts dient die alle zwei Jahre stattfindende Assistentenexkursion des Instituts für Nachrichtentechnik auch der Festigung der kollegialen Gemeinschaft und erfreut sich deshalb stets großer Beliebtheit. Am Morgen des 4. März trafen sich 22 Mitarbeiter des Instituts am Bahnhof, um gemeinsam mit dem Zug die erste Station der Reise – Köln – anzusteuern. Vor Ort stießen 4 weitere Kollegen, welche bereits das Wochenende in Köln verbracht hatten, zum Teilnehmerfeld dazu. Nachdem sich anschließend alle Mitarbeiter während einer Stadtführung bei herrlichstem Sonnenschein von der Attraktivität der Stadt überzeugen konnten, ließen wir den ersten Abend in einem Kölner Brauhaus bei Speis und Trank gemütlich ausklingen.



Die Teilnehmer der Assistentenexkursion in Köln

Am nächsten Morgen – unsere Kollegin Mariem Slimani war für einen Tag zu uns gestoßen – statteten wir dem Cologne Broadcasting Center (CBC) einen Besuch ab. Bei interessanten Präsentationen und Führungen durch das virtuelle Studio sowie das Produktionszentrum – verantwortlich für viele der aktuellen Sendungen der RTL Mediengruppe – und anschließendem Mittagessen mit

schönstem Rhein-Blick fühlten sich alle hervorragend betreut und verbuchten diesen Besuch als vollen Erfolg.

Am Nachmittag fuhren wir mit dem Zug weiter gen Westen, um schließlich das Hauptziel der diesjährigen Exkursion – Paris – zu erreichen. Unmittelbar nach der Ankunft im Hotel machten wir uns auf, sowohl die großen als auch kleinen Sehenswürdigkeiten dieser Weltstadt zu erkunden. Am nächsten Morgen folgte bereits das nächste Highlight der diesjährigen Exkursion, der Besuch bei Parrot, ehemals DiBcom und Spezialist im Feld der In-Car-Kommunikation. Nach gegenseitigen Vorstellungen und Präsentationen beider Parteien folgte ein gemeinsames Mittagessen in einem typischen kleinen Pariser Restaurant mit vielen französischen Köstlichkeiten. Spätestens zu diesem Zeitpunkt war jedem klar, dass diese Exkursion nicht nur Arbeit bedeutet, sondern auch Momente der Entspannung und Erholung bieten kann. Nachdem wir die Gelegenheit hatten, Flugübungen mit einer Drohne von Parrot durchzuführen und mit deren Hilfe ein paar Fotos und Videos der Teilnehmer zu machen, konnten wir uns im Anschluss ein Bild von den recht beengten Arbeitsräumen der Pariser Mitarbeiter machen. Das rief jedem der Teilnehmer wieder ins Bewusstsein, wie schön es doch ist, am Institut für Nachrichtentechnik zu arbeiten. Nach weiteren abendlichen Erkundungstouren durch die Stadt der Liebe wurden wir am Morgen des folgenden Donnerstags von unseren Kollegen bei Score@F etwas außerhalb von Paris empfangen. Das Zusammentreffen mit den Fachleuten auf dem Gebiet der Car-to-Car-Kommunikation war vor allem für die Kollegen aus der Abteilung Mobilfunksysteme sehr interessant. Der Besuch war kurz, aber für alle Anwesenden sehr lehrreich.

Das Schloss von Versailles, direkt um die Ecke, war ein weiteres kulturelles Highlight, auf das das abschließende gemeinsame Abendessen in einem historischen Kellergewölbe als kulinarisches Highlight folgte. Am nächsten Morgen stand die Trennung der gesamten Gruppe an. Ein Großteil machte sich wieder auf die Heimreise zurück nach Braunschweig, während ein paar wackere Mannen die Zeit in Paris um ein ganzes Wochenende – mit weiteren schönen Momenten – verlängerten.

Das Organisationsteam der Assistentenexkursion 2013

Behörden-Staffelmarathon um den Ölpersee

Mehr als 750 Läuferinnen und Läufer, tolles Wetter, super Stimmung und wieder zwei Teams, die für das IfN an den Start gingen: Das war der Behörden-Staffelmarathon 2013. Bereits zum 12. Mal wurde am 14. August das beliebte Sportereignis in der Region Südostniedersachsen ausgetragen. In diesem Jahr führte die ungefähr 42 Kilometer lange Laufstrecke um den Ölpersee im Norden Braunschweigs.

Damit hatte wohl niemand gerechnet: Verpasste „Die volle Bandbreite“ im vergangenen Jahr noch knapp einen Platz auf dem Treppchen, sollte es diesmal reichen. Mit einer Gesamtzeit von 2:51:56 war am Ende der 3. Platz sicher. Überglücklich brachte die Mannschaft dafür einen kleinen Pokal mit nach Hause. Das zweite Team „Die Schmalband-Athleten“ ging es etwas ruhiger, aber dafür konzentrierter an. Die Läuferin und die Läufer erkämpften sich in 3:52:58 souverän Platz 99 und ließen damit weitere 10 Mannschaften hinter sich.



„Die volle Bandbreite“: Glückliche Gesichter und ein 3. Platz

Mit Picknick-Decke, Frisbee-Scheibe, Grill und Kaltgetränken ausgestattet, sorgten die Kolleginnen und Kollegen in der Fan-Base für Wohlfühlatmosphäre.

re vor Ort. So konnten die Läuferinnen und Läufer nach Anfeuerungsrufen vom Streckenrand die letzten Kraftreserven mobilisieren, bevor der Staffelstab im Ziel weitergegeben wurde. Mit Vorfreude blicken wir nun auf die Neuauflage des Behörden-Staffelmarathons im nächsten Jahr.

Jörg Nuckelt



Haben gut lachen: „Die Schmalband-Athleten“

Institutsausflug 2013

Am 26. September 2013 fand der diesjährige Institutsausflug statt. Pünktlich um 9 Uhr versammelten sich die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter auf dem Parkplatz am Institut, wo ihnen der erste Programmpunkt mitgeteilt wurde: Es ging mit der Straßenbahn in die Braunschweiger Weststadt. Die Irritationen der Teilnehmerinnen und Teilnehmer über das Reiseziel lösten sich erst beim Anblick des Ziels auf: Es war eine Werksführung bei der Pianofortefabrik Wilhelm Schimmel geplant, der weltbekannten Braunschweiger Klavier- und Flügel-Manufaktur!

Bei Schimmel wurden die Kolleginnen und Kollegen in zwei Gruppen aufgeteilt und von Auszubildenden durch die Produktion geführt. Dabei wurden verschiedene Abschnitte der Produktion gezeigt, von der Holzverarbeitung bis zum Intonieren und Stimmen der Instrumente. Die Führungen endeten im Auswahlcenter, in dem verschiedene Flügel- und Klaviermodelle zur Probe bereitstanden. Nach einem kurzen, aber beeindruckenden Vorspiel durch einen der Auszubildenden konnten die mutigen unter den Kollegen ihre Fähigkeiten beim Klavierspiel unter Beweis stellen.

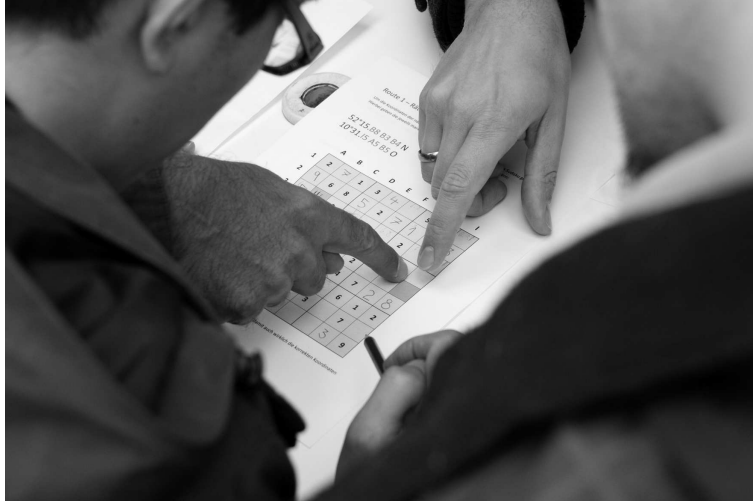


**Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer des Institutsausflugs
vor der Volkswagenhalle**

Die meisten Anwesenden zogen jedoch einen kleinen Imbiss zur Stärkung vor dem bewegungsreichen Teil des Institutsausflugs vor, der die Gruppe wieder in die Braunschweiger Innenstadt führen sollte. Vor der Volkswagenhalle wurden vier Gruppen ausgelost und erste Rätsel verteilt. Die Lösungen gaben Hinweise auf Koordinaten oder markante Punkte in Braunschweig. Hierdurch wurden die Gruppen auf unterschiedlichen Routen bei schönem, aber frischem, Wetter

durch die Stadt geführt und mussten weitere Rätsel verschiedenster Art lösen. Endpunkt aller Routen war das IfN, wo auf Einladung der Kollegen Hendrik Hoffmann und Andreas Möller, die ihren Einstand als WiMis feierten, der Tag mit Steaks, Würstchen und kalten Getränken ausklingen konnte.

Sören Hahn, Hendrik Hoffmann,
Stefan Ilse und Andreas Möller



**Das Sudoku weist den Weg: Eine der vier Gruppen
beim Lösen des ersten Koordinaten-Rätsels**

Alumni-Nachrichten

- Am 18. Januar 2013 verstarb mein lieber guter Freund Dr.-Ing. Walter Schlink nach jahrelangem Leiden. Am 25. Januar fand seine Beisetzung in Arnum bei Hemmingen unter großer Anteilnahme seiner ehemaligen Kolleginnen und Kollegen sowie seiner aus ganz Deutschland angereisten Mitstreiter vom DARC statt. Ich lernte Walter Schlink am 01.07.1977 anlässlich eines Festes im IfN kennen; wir haben uns nie aus den Augen verloren.

Erika Bruhn

- Wir haben die große Freude, das neue Jahr nun auch mit einem neuen Erdenbürger teilen zu dürfen: Vincent Elias Bürgel, geboren am 19. Januar 2013, 3010 g, 49 cm, gesund & munter. Die Geburt war prima und der Mama geht es erstaunlich gut, sie ist geradezu fit. Wir pendeln uns hier jetzt zu Hause ein, und ich bin einen Monat zu Hause. Der Große muss sich an das neue Familienmitglied noch ein wenig gewöhnen, aber da sind wir auf gutem Wege.

Viele Grüße

Ulrich Schiek

- Aller guten Dinge sind drei: Am 4. Mai hat unser dritter Sohn das Licht der Welt erblickt. Er heißt Jonte und wächst und gedeiht. Als Mitspieler beim Fußball ist er noch nicht einsetzbar, aber das kann ja noch werden ...

Viele Grüße von Familie Philipps

- Unser Sohn Stefan Buburuzan wurde am 2. Juli 2013 in Braunschweig geboren.

Teodor Buburuzan

- Wir haben geheiratet! Am 5. und 6. Juli diesen Jahres haben wir in Heidelberg standesamtlich und kirchlich „Ja“ zueinander gesagt. Unsere junge Ehe haben wir bei der anschließenden Hochzeitsreise, einem Alpencross mit dem Mountain-Bike, erfolgreich weiter gefestigt.

Vielen Dank für die zahlreichen Glückwünsche aus dem IfN,

Familie Anne-Lucia und Peter Unger

- Mit meiner Beteiligung an mehreren Kurzfilm-, aber auch TV-Spielfilmprojekten in verschiedener Funktion geht mit 2013 für mich ein höchst spannendes, erfolgreiches, aber gleichzeitig auch rastloses Jahr zu Ende. Nun ist es Zeit für eine Veränderung: Nach zwei Jahren wird mein abenteuerliches Künstlerdasein erstmals wieder durch eine „geregelte Arbeit“ abgelöst. Ab Dezember werde ich mich bei der Berliner Carmeq GmbH unter anderem mit Spracherkennung für das Automobil, meinem alten Forschungsgebiet, beschäftigen. Auch freue ich mich, auf diese Weise evtl. mit ehemaligen IfN-Kollegen im Volkswagen-Konzern wieder zu tun zu haben. Nebenbei, möglicherweise aber auch innerhalb meiner Aufgaben bei der Carmeq, steht für mich die Realisierung weiterer Filmprojekte an.

In Vorfreude auf das nächste Zusammentreffen am IfN und mit den besten Wünschen für ein weiteres erfolgreiches Jahr grüßt herzlich aus Berlin,

David Scheler

In dieser Reihe sind bisher erschienen:

- Band 1: Föllscher, Heiko:
Transmission of Media Content on IP-based Digital Broadcast Platforms (Diss. 2007)
- Band 2: Jahresbericht 2007
- Band 3: Schiek, Ulrich:
Realisierung und Leistungsbewertung einer MHP(Multimedia Home Platform)-basierten Softwareplattform für das Fahrzeug (Diss. 2008)
- Band 4: Rothhämel, Jörg:
Motorradhelmakustik – Mess- und Bewertungsmethoden (Diss. 2008)
- Band 5: Jahresbericht 2008
- Band 6: Piesiewicz, Radoslaw:
Propagation aspects and performance study of future indoor wireless communication systems at THz frequencies (Diss. 2008)
- Band 7: Heuck, Christoph:
Optimierung hybrider (Rundfunk/Mobilfunk-) Netze durch Steuerung der Lastverteilung (Diss. 2008)
- Band 8: Wäller, Christoph:
Adaptive Interaktionssysteme – Designstrategien zur situativen Optimierung der Touchscreen-Bedienung im Fahrzeug (Diss. 2009)
- Band 9: Jemai, Jaouhar:
On the Calibration of Channel Models for Indoor Broadband Radio Communication (Diss. 2009)
- Band 10: Klinkenberg, Frank:
Softwareplattform für die Übertragung dateibasierter Dienste zu mobilen Endgeräten über gestörte Übertragungskanäle (Diss. 2009)
- Band 11: Jahresbericht 2009
- Band 12: May, Gunther:
Handover im Mobile Broadcast (Diss. 2009)
- Band 13: Jaeger, Dirk; Schaaf, Christoph:
DVB-C2: High Performance Data Transmission on Cable – Technology, Implementation, Networks (Monographie 2010)
- Band 14: Kornfeld, Michael:
Analyse und Optimierung der Übertragungseigenschaften eines Rundfunksystems für den mobilen Handheld-Empfang (Diss. 2010)
- Band 15: Unger, Peter:
Radio Access Network Planning and Optimization of Hybrid Cellular and Broadcasting Systems (Diss. 2010)

- Band 16: Eden, Arnd: Eine Methode zur Messung der Bildqualität komprimierter Videosequenzen (Diss. 2010)
- Band 17: Jahresbericht 2010
- Band 18: Daoud, Khaled: Mobile-Broadcast-Systeme – Analyse, Leistungsvergleich, Optimierungsansätze (Diss. 2011)
- Band 19: Buburuzan, Teodor: Optimization of an Interface Abstraction Layer for Heterogeneous Networks (Diss. 2011)
- Band 20: Steckel, Philipp: Modularisierte Softwareplattformen für mobile Endgeräte in Rundfunknetzen (Diss. 2011)
- Band 21: Jahresbericht 2011
- Band 22: Spika, Marius C.: Eine Softwareplattform mit Nutzungskontextsensitiver, multimodaler Benutzerschnittstelle für mobile Endgeräte (Diss. 2012)
- Band 23: Chee, Kin Lien: Fixed Broadband Wireless Access in Vegetated Rural Residential Areas (Diss. 2012)
- Band 24: Suhadi: Speech Enhancement Using Data-Driven Concepts (Diss. 2012)
- Band 25: Hecker, Andreas: Verkehrs- und Mobilitätsmodellierung unter Anwendung von Performance-Statistiken für die Planung zellulärer Mobilfunknetze (Diss. 2012)
- Band 26: Jahresbericht 2012
- Band 27: Schack, Moritz: Integrated Simulation of Communication Applications in Vehicular Environments (Diss. 2013)
- Band 28: Priebe, Sebastian: Towards THz Communications: Propagation Studies, Indoor Channel Modeling and Interference Investigations (Diss. 2013)
- Band 29: Yu, Huajun: Post-Filter Optimization for Multichannel Automotive Speech Enhancement (Diss. 2013)